Keysight Technologies B1506A
回路デザイン用
パワーデバイス・アナライザ

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

ユーザ・ガイド

法的注意事項

© Keysight Technologies 2014

米国および国際著作権法に基づき、本書のいかなる部分も、Keysight Technologies による事前の同意および書面による許可がある場合を除き、複写、複製、他言語への翻訳を行うことはできません。

マニュアル・パーツ番号

B1506-97000

マニュアルの版

初版、2014 年 10 月
第 2 版、2014 年 12 月

Keysight Technologies
1400 Fountaingrove Parkway
Santa Rosa, CA 95403

保証

本書の内容は「現状のまま」で提供されており、将来の版では予告なしに変更される可能性があります。また、該当する法律の許す限りにおいて、本書およびそのすべての内容について、Keysight は明示、暗黙を問わずいかなる保証もいたしません。特に、商品性および特定目的への適合性に関する保証はありません。本書の内容の誤り、および本書の使用に伴う偶然、必然を問わずあらゆる損害に対して、Keysight は責任を負いません。Keysight とユーザとの間に本書の内容を対象とした保証に関する書面による契約が別に存在し、その内容がここに記す条件と矛盾する場合は、別契約の保証条件が優先するものとします。

テクノロジー・ライセンス

本書に記載されているハードウェアおよびソフトウェアはライセンスに基づいて提供されており、使用および複製にあたってはライセンスの条件を守る必要があります。

米国政府の権利の制限

連邦政府に認められているソフトウェア／技術データ使用権は、エンドユーザに通例与えられている権利に限られます。Keysight は、FAR 12.211（技術データ）および 12.212（コンピュータ・ソフトウェア）に従って、このソフトウェア／技術データに関する商習慣的ライセンスを与えるものとします。国防総省に対しては、DFARS 252.227-7015（技術データ－市販品）および DFARS 227.7202-3（市販コンピュータ・ソフトウェアまたはコンピュータ・ソフトウェア・マニュアルに関する権利）に従うものとします。

適合宣言

適合宣言 (Declaration of Conformity) の最新版を入手するには、http://www.key-sight.com/go/conformity にアクセスし、Search フィールドに製品番号を入力してください。

最新情報

最新版ファームウェア、ソフトウェア、マニュアル、仕様、サポート情報を入手するには Keysight Technologies サポートサイト（http://www.keysight.com）にアクセスし、ページトップの検索フィールドに製品番号を入力してください。

COMPLIANCE WITH GERMAN NOISE REQUIREMENTS

This is to declare that this product is in conformance with the German Regulation on Noise Declaration for Machines
(Lärmangabe nach der Maschinenlärminformation-Verordnung -3.GSGV Deutschland).

- **Herstellerbescheinigung**

  GERÄUSCHEMISSION

  Lpa < 70 dB

  am Arbeitsplatz

  normaler Betrieb

  nach DIN 45635 T. 19

- **Manufacturer's Declaration**

  ACOUSTIC NOISE EMISSION

  Lpa < 70dB

  operator position

  normal operation

  per ISO 7779

South Korean Class A EMC declaration

This equipment is Class A suitable for professional use and is for use in electromagnetic environments outside of the home.

A급 기기

(업무용 방송통신기자재)

이 기기는 업무용(A급) 전자파적합기기로서 판매자 또는 사용자는 이 점을 주의하시기 바라며, 가정외의 지역에서 사용하는 것을 목적으로 합니다.

WARNING



High Voltage

本器の動作には高電圧が使用されます。

LETHAL VOLTAGE on CONTACT

安全警告を遵守できない場合、
測定端子に致死電圧が出力される可能性があります。

- 赤色のインジケータが点灯している場合には、最大 ±3000 V dc/pulse の致死電圧が測定端子に現れている可能性があります。
- インターロック機能を常に使用してください。
- 装置の操作や危険性または救急措置に詳しい人が近くにいない場合、機器の操作を一人で行わないでください。
- 状況によっては ±500 V 以下であっても、死に至る場合があります。従って適切な予防措置を常に施してください。

感電時の救急措置

救助を安全に行うための特別な注意点：

- 安全であることを確認してから事故現場に駆けつけること。
- 二次災害を防ぐために、以下の点に注意を払うこと。
    - 負傷者や導体表面に素手で触れないこと。触れる前に、感電対策を行うこと。
    - 直ちに高電圧を停止すること。
    - 交流電源からの給電を断つこと。
- 安全であるかどうかが不確かな場合には、救助中の危険から自分自身を守るために、以下の手順を行います。
    - 乾燥した絶縁体の上で救助作業を行います。乾いた木製もしくはプラスチック製の道具を用いて危険電源から負傷者を引き離します。

- 回路部分を接地してエネルギーをなくします。
- 活線状態の導電部分から負傷者を引き離します。

救急への連絡：

- 下表の状態や兆候が見られる場合は、直ちに救急に連絡してください。

  http://en.wikipedia.org/wiki/Emergency_telephone_number#Emergency_numbers

兆候の遅れについて：

- 感電には、外見上明白でない、もしくは兆候・傷害が遅れて現れる場合があります。
- 負傷者のやけどは、表面で見えている以上の負傷をしていることがあります。
- これらの理由から、負傷者は、高度な観察治療が可能な病院に搬送される必要があります。

English	*Deutsch*	*French*	*Japanese*	*Korean*	*Simplified Chinese*	*Traditional Chinese*
Symptoms	**Symptome**	**Symptômes**	**兆候**	**징후**	**征候**	**徵候**
Cardiac arrest	Herz-Kreislauf-Stillstand	Arestation cardiopulmonaire	心肺停止	심폐 정지	心肺停止	心肺停止
Abnormal cardiac rhythm	Arrhythmia	Arythmie	不整脈	부정맥	脉律不齐	脈律不齊
Respiratory failure (difficult or absent breathing)	Respiratorischer Mißerfolg	Échec respiratoire	呼吸不全	호흡 부전	呼吸不全	呼吸不全
Muscle pain and contractions	Muskelschmerz und Zusammenziehungen	Douleur du muscle et contractions	筋肉痛 / 痙攣	근육통 / 수축	肌肉痛 / 痉挛	肌肉痛 / 痙攣
Seizures (heart beat stopped)	Herzlähmung	Paralysie cardiaque	心臓麻痺	심장 마비	心脏麻痹	心臟麻痺
Numbness and tingling	Eine Taubheit / Stachel	Un engourdissement / Une épine	痺れ / 刺痛	저리다 / 가시痛	发麻 / 刺痛	發麻 / 刺痛
Unconsciousness	Bewusstlosigkeit	Évanouissement	意識不明	의식 불명	意识不明	意識不明
Entrance and exit wound burns	Eine elektrische Schockspur	Une trace du choc électrique	感電跡	감전 자국	触电痕迹	觸電痕跡

感電時応急措置の手順

胸骨圧迫だけの心肺蘇生（CPR）を乳幼児･子供に適用しないこと。突然の心停止を起こしたすべての乳幼児･子供には、従来の心肺蘇生術を施すこと。また、呼吸に起因する、もしくは原因不明の心停止を起こした成人にも、胸骨圧迫だけの CPR を適用すべきではありません。

<table>
<tr><td>D</td><td>危険確認</td><td colspan="2">周囲の危険を確認し、まず自分自身、他の支援者、そして負傷者の安全を確保すること。</td></tr>
<tr><td>R</td><td>反応確認</td><td colspan="2">負傷者の反応を確認します。</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">仰向けに寝かせます。
意識がない場合は、以下を行います。
1. 救急車を呼んでもらう
2. AED を持ってきてもらう
3. 心肺蘇生救急措置を開始する</td></tr>
<tr><td>C</td><td>心肺蘇生
成人向け</td><td colspan="2">救急隊に引き渡すまで、休止をしないで、胸の中心部への圧迫を行います(1分あたり100回以上)。</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td colspan="2">胸骨だけの心肺蘇生の最も有名なもののひとつに、アメリカ心臓協会が推奨する、人工呼吸（口移し式）を省略した AHA Hands-Only CPR があります。
http://handsonlycpr.org/
http://www.youtube.com/watch?v=zuJkRpJ7Fxg</td></tr>
<tr><td colspan="2">胸骨を押すリズム:
http://www.heart.org/HEARTORG/CPRAndECC/CommunityTraining/CommunityPrograms/CPR-Week_UCM_427219_SubHomePage.jsp
http://www.youtube.com/watch?v=n5hP4DIBCEE&feature=player_detailpage</td></tr>
<tr><td colspan="2">次の状態になるまで、心肺蘇生を続けます。
● 蘇生のサインが出る
● AED を使える
● 救急隊が到着し引き渡す</td></tr>
<tr><td colspan="4">救命措置のスキルがある場合は、以降の手順を行います。
ない場合は、助けがくるまで胸骨圧迫を続けます。</td></tr>
<tr><td>A</td><td>気道確保</td><td>異物がない場合
仰向けに寝かせ、気道を確保します。</td><td>異物がある場合
回復体位にして、異物を排除します。</td></tr>
<tr><td>B</td><td>人工呼吸</td><td colspan="2">30 回の胸骨圧迫に対して 2 回の人工呼吸を行います。</td></tr>
<tr><td>D</td><td>除細動
  </td><td colspan="2">音声指示に従って AED を適用します。
AED を使用できない場合は、救急隊が来るまで心肺蘇生を続けます。</td></tr>
</table>

※ AED: Automated External Defibrillator 自動体外式除細動器
※ CPR: Cardio Pulmonary Resuscitation 心肺蘇生
※ AHA: American Heart Association, Inc. アメリカ心臓協会

参考

- AHA CPR & Emergency Cardiovascular Care (ECC) (http://www.heart.org/HEARTORG/CPRAndECC/CPR_UCM_001118_SubHomePage.jsp)
- AHA Hands-only CPR (http://handsonlycpr.org/)
- Save a Life (http://www.heart.org/HEARTORG/CPRAndECC/CommunityTraining/CommunityPrograms/CPR-Week_UCM_427219_SubHomePage.jsp)
- AHA CPR Translated Website (http://www.heart.org/HEARTORG/CPRAndECC/International/TranslatedWebsites/Translated-Websites_UCM_303149_SubHomePage.jsp)
  Deutsch (http://www.american-heart.de/startseite)
  Japanese (http://eccjapan.heart.org/) available as of March, 2012))
- Chain of Survival (http://www.heart.org/HEARTORG/CPRAndECC/WhatisCPR/ECCIntro/Chain-of-Survival_UCM_307516_Article.jsp)
- ECC Guidelines Highlights 2010
  English (http://eccjapanheart.org/pdf/ECC_Guidelines_Highlights_2010.pdf)
  Japanese (http://eccjapanheart.org/pdf/ECC_Guidelines_Highlights_2010JP.pdf)
  Deutsch (http://www.american-heart.at/fileadmin/downloads/Guidelines2010-Highlights_D/Guidelines2010-Highlights_D.pdf)

International

- ILCOR (http://www.ilcor.org/home/)
- ILCOR CoSTR 2010 Consensus (http://www.ilcor.org/consensus-2010/costr-2010-documents/)

Europe

- ERC (https://www.erc.edu/)
- ERC Guidelines 2010 (http://www.cprguidelines.eu/2010/)

  Local language translation (https://www.erc.edu/index.php/doclibrary/en/185/1/)

America

- AHA (http://www.americanheart.org/)
- AHA Guidelines 2010 (http://guidelines.ecc.org/2010-guidelines-for-cpr.html)

使用上の安全について

本器の操作のあらゆる段階において、安全に関する以下の一般的な注意事項を遵守する必要があります。これらの注意事項と、製品マニュアルに記載された個別の警告や操作手順を守らない場合、本器の設計、製造、本来の用途に関連する安全標準に違反します。Keysight Technologies は、使用者がこれらの要件を守らなかった結果について、いかなる責任も負いません。

製品マニュアルは、CD-ROM 上のファイルあるいは印刷物として提供されることがあります。印刷されたマニュアルは、多くの製品ではオプションで提供されています。マニュアルはウェブから入手できる場合があります。www.keysight.com を開き、ページ上部の検索フィールドに製品のモデル番号を入力してください。

NOTE

製造者が指定する方法以外で本器を使用しないでください。本器を操作説明書に指定された方法以外で使用すると、本器の保護機能が損傷される恐れがあります。

本器は INDOOR USE 製品です。

本器は、IEC 61010-1 で定められた INSTALLATION CATEGORIY II（メイン電源 の入力に対して）および INSTALLATION CATEGORIY I（測定入力端子に対して）ならびに POLLUTION DEGREE 2 に適合しています。

機器の表示が CAT I（IEC 測定カテゴリ I）であるか、測定カテゴリが表示されていない場合、その測定端子は商用電源電圧には接続できません。

- 警告事項は必ずお守りください

  警告事項は必ずお守りください。この取扱説明書に記載されているすべての警告（以下に例を記します）は重大事故に結びつく危険を未然に防止するためのものです。記載されている指示は必ずお守りください。

WARNING

Interlock 端子が閉じている場合、測定端子（High、Force、Guard、Sense）には、本器の最大出力電圧までの危険電圧が現れる可能性があります。これらの端子をアクセスできる状態では、Interlock 端子を開放してください。出力電圧が ±42 V までに制限されます。

出力電圧を安全電圧に落とすことを目的として Interlock を意図的に動作させることはしないでください。警告表示が点灯している間は出力電圧または残留電荷により危険電圧が現れていることを示しています。

- 電源を投入する前に

  安全に関するすべての注意事項が遵守されていることを確認してください。本器へのすべての接続は電源を印加する前に行ってください。「安全上のシンボル」に記された本器外部の表示に注意してください。

- 機器を接地してください

  本器は Safety Class I に適合しています。AC 電源による感電事故を防ぐために本器の筐体を必ず接地してください。電源コンセントおよび電源ケーブルは必ず International Electrotechnical Commission (IEC) の安全規格に適合したものをご使用ください。

- 爆発の危険のあるところでは使用しないでください

  可燃性のガスまたは蒸気のある場所では機器を動作させないでください。そのような環境下での電気製品の使用は大変危険です。

- カバーを取り外さないでください

  修理、保守、調整などは当社サービスマンに依頼してください。電気ショックを防ぐため、機器のカバーを取り外すことはしないでください。

- 本器が損傷した場合

  本器に損傷または欠陥のおそれがある場合、当社サービスマンに修理を依頼し、修理が終わるまで本器が誤って使用されることを防ぐための対策を取ってください。

- 指定されたアクセサリだけを使用してください

  指定されたアクセサリは、本器を使用する上で求められる特性を満たしています。アクセサリ、ケーブル、アダプタなどは、安全上の理由から当社が指定するものを使用してください。

安全上のシンボル

機器や説明書で使用される安全上のシンボルの一般的定義を以下に記します。

直流（電源ライン）

交流（電源ライン）


アース（グランド）端子


保護接地端子。機器が故障した場合に、感電事故を防ぐための端子に付いています。現場配線端子として利用される場合は、機器の操作を始める前にグランドに接続する端子を示しています。


フレーム（またはケース）端子。通常、露出した金属製の機器の外部フレームに接続しています。


アース（グランド）電位の端子

電源オン


電源オフ


電源スタンバイ。電源スイッチをスタンバイ位置にしても、このシンボルが付いている機器は AC 電源から完全には切り離されません。

双安定押しスイッチの入位置


双安定押しスイッチの切位置


感電注意を示しています。機器の電源が投入されている時に、このシンボルの示す端子を触らないで下さい。


表面が高温になる可能性のある部分を示しています。まれに火傷をする恐れがありますので、このシンボル付近に触れる際には、出力を停止して十分時間を置いてから取り扱いをしてください。


取り扱い注意を示しています。このシンボルが機器に表示されている場合、取扱者は取扱説明書を参照する必要があります。

WARNING

機器の取り扱い方法や手順で、感電など、取扱者の生命や身体に危険が及ぶ恐れがある場合に、その危険を避けるための情報が記されています。

CAUTION

機器の取り扱い方法や手順で、機器を損傷する恐れがある場合に、その損傷を避けるための情報が記されています。



取扱説明書の参照を促しています。操作を継続する前に取扱説明書を参照すべきであることを示します。

CAT I IEC 測定カテゴリ I

CE マークは、欧州共同体の登録商標です。この CE マークは、製品が関連するすべての欧州法的指令に適合することを示します。

CSA マークは、カナダ規格協会の登録商標です。

RCM マークは、オーストラリアのスペクトラム管理局の登録商標です。これは、オーストラリアの Radio Communication Act（1992）の条項に基づく EMC フレームワーク規制への適合を示します。

ICES/NMB-001 ICES/NMB-001 は、この ISM デバイスがカナダの ICES-001 に適合していることを示します。Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001 du Canada.

ISM GROUP 1 CLASS A Industrial Scientific and Medical Group 1 Class A 製品（CISPER 11）であることを示します。

安全性および EMC 規制に対する、韓国の認証マーク。

中国 RoHS ロゴ。6 種類の規制された物質のいずれもが最大濃度値（MCV）を超える均質材料（HM）を含んでいないことを示します。

中国 RoHS ロゴ。これらの均質材料で MCV を超えるものの EFUP（Environmental Friendly Use Period、環境にやさしい使用の期限）が 40 年であることを示します。

CFB 中国リサイクルマーク。材質が段ボール繊維板（CFB）であることを示します。

01 PET 中国リサイクルマーク。材質がポリエステル（PET）であることを示します。

低温または凍結状態になる可能性のある部分を示しています。まれに火傷をする恐れがありますので、このシンボル付近に触れる際には、装置を停止して十分時間を置いてから取り扱いをしてください。

電源と測定の安全性

- 電源の安全性

  本器は大電流と高電圧を出力する能力を備えています。負荷または被測定デバイスが出力電流および電圧に安全に耐えられることを確認してください。また、接続リードが予想される電流に安全に耐え、予想される電圧に対して十分な絶縁を備えていることを確認してください。

  グランドに対してフローティング状態で出力を行うことができます。アイソレーションまたはフローティング電圧定格は、出力端子または Circuit Common 端子付近に記載されています。

  フローティングされた測定端子に触れると感電の恐れがありますので、その状態では十分に注意を払ってください。また指定されたアクセサリーを使用する意図はこのような場合に相当します。

- 電圧／電流測定の安全性

  高電圧や大電流の測定機能を備えたマルチメータなどの計測器を使用する場合、接続する回路の特性より、安全上の特別な注意が必要です。これらの機器を安全に使用するには、機器の入力端子付近に記載された表示の意味を理解しておく必要があります。これには、保護制限値や IEC 測定カテゴリがあります。

- 保護制限値

  Keysight マルチメータをはじめとする電圧計測機器は、保護制限値を超えない範囲であれば機器の損傷と感電事故を防ぐことができる保護回路を装備しています。機器を安全に操作するため、入力端子に記載された保護制限値を超えないようにしてください。

- ソース／モニタ端子

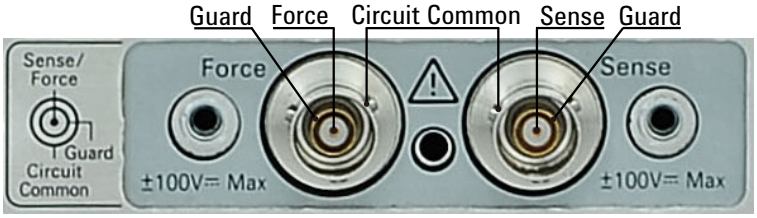
  ソース／モニタ・ユニット（SMU）は DC 電圧または電流の出力と測定を同時に行うことができます。典型的な SMU には下図のような Force、Guard、Sense、Circuit Common 端子があります。正常であれば Force、Guard、Sense 端子には同一電位が現れます。端子近傍に記されている電圧値は保護制限値を示しています。

  大電流測定や低抵抗測定に有効なケルビン接続を行うには Force と Sense を被測定デバイスの 1 端子に接続します。接続が容易な非ケルビン接続を行うには Force だけを接続します。Sense は接続しないで開放しておきます。

Guard をデバイスの端子近くまで延長すると、使用する同軸ケーブル内で生じる漏れ電流を軽減することができます。延長した Guard を何かに接触させてはいけません。

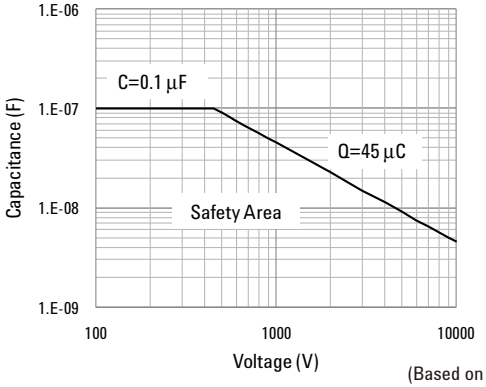
Circuit Common は使用する同軸ケーブルのシールドに接続します。

中電力 SMU のケルビン・トライアキシャル・コネクタ：



- 残留電荷による危険を回避するために

  一般に安全とみなされている負荷容量と電圧の関係を以下に示します。



(Based on standards IEC60950-1 and IEC61010-1.)

電圧値に応じて 0.1 µF または 45 µC を超えない範囲で計測器を使用してください。また、計測器の最大負荷容量（例：HVSMU の場合 10 nF）を超える負荷を接続してはいけません。

測定端子に触れる場合は、残留電荷の放電を確認してください。それには、高電圧出力を停止してから 10 秒以上、各端子を接地して放電させ、安全電圧になったことを他の電圧計で確認します。

測定の異常終了、ケーブル断線、デバイス破壊が起こった場合は、残留電荷が放電されるまで測定端子に触れてはいけません。

直列抵抗を挿入した場合にも、残留電荷が放電されるまで測定端子に触れてはいけません。

高電圧感電注意

Keysight B1506A の High、Force、Guard、Sense 端子には、危険電圧が出力されることがあります（HVSMU の場合は最大 ±3000 Vdc、MPSMU の場合は最大 ±100 Vdc）。感電事故防止のため、Keysight B1506A の使用時には必ず以下の事柄を守ってください。

- 3 極電源ケーブルを使用して本器を接地してください。
- 測定を開始する前にはインターロック回路を本器の Interlock 端子に接続してください。
- インターロック機能が正常であることを定期的に確認してください。
- High、Force、Guard、Sense 端子に繋がる接続部に触れる前には、本器の電源をオフしてください。また、測定系のキャパシタを放電してください。電源をオフしない場合は、以下の事項を全て実施してください。
  - Stop キーを押して Measurement インジケータが消灯したことを確認してください。
  - High Voltage（高電圧警告）インジケータが消灯していることを確認してください。
  - Interlock 端子を開放してください。
  - キャパシタが SMU に接続されているならば、キャパシタを放電してください。
- 周囲のほかの作業者に対しても、高電圧危険に対する注意を徹底してください。

High Voltage Shock Hazard

Keysight B1506A can force dangerous voltages (±3000 Vdc for HVSMU and ±100 Vdc for MPSMU) at the High, Force, Guard, and Sense terminals. To prevent electric shock hazard, the following safety precautions must be observed during the use of Keysight B1506A.

- Connect the instrument to an electrical ground (safety ground) by using three-conductor AC power cable.
- Before performing measurement, connect the interlock circuit to the Interlock terminal of this instrument.
- Confirm periodically that the interlock function works normally.
- Before touching the connections of the High, Force, Guard, and Sense terminals, turn the instrument off and discharge any capacitors of the measurement path. If you do not turn the instrument off, complete “all” of the following items, regardless of any instrument settings.
  - Terminate measurement by pressing the Stop key, confirm that the Measurement status indicator is not lit.
  - Confirm that the High Voltage indicator is not lit.
  - Open the Interlock terminal.
  - Discharge any capacitors if the capacitance is connected to an SMU.
- Warn workers in the vicinity of the instrument about hazardous conditions.

⚠ **Gefahr durch Hochspannung**

Von den Geräten Keysight B1506A können Spannungen an den Anschlüssen “High”, “Force”, “Guard” und “Sense” von bis zu 3000 V ausgehen. Um elektrischem Schlag vorzubeugen, ist bei der Benützung der Geräte Keysight B1506A folgendes zu beachten.

- Verwenden Sie ein dreiphasiges AC-Stromkabel für die Gerätsteckvorrichtung (Eingang) und schließen Sie das Instrument an eine Erdung an (Sicherheitserdung).
- Vor der Messung verbinden Sie den Verriegelungsstromkreis mit dem Interlock-Anschluss dieses Instruments.
- Prüfen Sie in regelmäßigen Abständen, dass die Verriegelungsfunktion ordnungsgemäß funktioniert.
- Bevor Sie die Verbindungen zu den Anschlüssen “High”, “Force”, “Guard” und “Sense” berühren, schalten Sie das Instrument aus und entladen alle Kondensatoren des Messwegs. Wenn Sie das Instrument nicht ausschalten, führen Sie, unabhängig von den Instrumenteinstellungen, alle folgenden Schritte durch.
  - Beenden Sie die Messung, indem Sie auf die Taste “Stop” drücken. Stellen Sie sicher, dass die Statusanzeige “Measurement” nicht leuchtet.
  - Stellen Sie sicher, dass die Anzeige “High Voltage” nicht leuchtet.
  - Öffnen des Interlock-Anschlusses.
  - Entladen Sie alle Kondensatoren, wenn die Kapazität mit einer SMU verbunden ist.
- Warnen Sie Mitarbeiter in der Umgebung des Instruments vor den Gefahren.

Danger de choc dû à une haute tension

Une tension dangereuse (max. ± pour HVSMU; 3000 Vdc, max. ± pour MPSMU; 100 Vdc) émanant du dispositif Keysight B1506A peut être sortie aux bornes High, Force, Guard et Sense. Les précautions suivantes doivent être obserées contre commotion électrique accidentelle.

- Utilisez un câble d'alimentation CA à trois conducteurs vers le coupleur secteur (entrée) et branchez l'instrument sur une mise électrique à la terre (prise de terre de sécurité).
- Avant de procéder aux mesures, connectez le circuit de sécurité à la borne Interlock de l'instrument.
- Vérifiez régulièrement le bon fonctionnement de la fonction de sécurité.
- Avant de toucher les connexions des bornes High, Force, Guard et Sense, mettez l'instrument hors tension et déchargez tout condensateur du chemin de mesure. Si vous ne mettez pas l'instrument hors tension, effectuez « toutes » les opérations ci-dessous, quels que soient les paramètres de l'instrument.
  - Terminez les mesures en appuyant sur la touche Stop ; vérifiez que l'indicateur d'état Measurement est éteint.
  - Vérifiez que le témoin High Voltage est éteint.
  - Ouvrez la borne Interlock.
  - Déchargez les éventuels condensateurs si la capacité est connectée à une unité SMU.
- Informez les personnes travaillant à proximité de l'instrument des conditions.

環境責任

- 廃棄電気／電子機器（WEEE）指令 2002/96/EC



本器は WEEE 指令（2002/96/EC）のマーキング要件に適合します。貼付の製品ラベル（左記）は、本電気／電子製品を家庭ゴミとして廃棄してはならないことを示します。

製品カテゴリ : WEEE 指令の付属書 1 の機器タイプによると、本器は「モニタリング／制御機器」製品に分類されます。

家庭ゴミとして廃棄しないでください。

不要な製品を返品する場合は、計測お客様窓口までお問い合わせになるか、下記ウェブサイトで詳細をお確かめください。

http://about.keysight.com/en/companyinfo/environment/

- LCD の蛍光ランプ

液晶ディスプレイ（LCD）を使用している製品の廃棄には注意してください。LCD のバックライト用蛍光ランプは水銀を含んでいるため、適正な法律・法令・規制に従って管理、リサイクル、または廃棄される必要があります。蛍光ランプのリサイクル・廃棄に関する詳しい情報は下記ウェブサイトを参照してください。

http://about.keysight.com/en/quality/env_compliance.shtml

米国在住の場合は下記ウェブサイトも参照してください。

http://www.lamprecycle.org

http://www.eiae.org

お問い合わせ先は下記ウェブサイトを参照してください。

http://www.keysight.com/go/contactus

- 過塩素酸塩使用電池の取り扱い注意

過塩素酸塩を含んだ電池またはコイン型電池を使用している製品の廃棄には注意してください。このような電池を米国カリフォルニア州でリサイクル・廃棄する場合、特別な取り扱いが必要となります。下記ウェブサイトを参照してください。

http://www.dtsc.ca.gov/hazardouswaste/perchlorate/

使用上の注意

Keysight B1506A 回路設計用パワーデバイス・アナライザは Microsoft Windows の環境下で動作する計測器です。B1506A の操作には、特別にデザインされた Windows アプリケーション プログラム、Keysight Easy Test Navigator ソフトウェアを使用します。

- 保証・サポートについて

  工場出荷時のプリロード状態の Keysight B1506A を、製品保証および製品サポートの対象とさせていただきます。

- Keysight Easy Test Navigator、Windows のアップデートについて

  Easy Test Navigator のパッチ プログラムや重要な Windows セキュリティ パッチについては、Keysight Technologies が動作確認を実施し、情報を提供いたします。必要なアップデートをご自身で行ってください。

- Windows 対応の市販ソフトウェア、周辺機器の使用について（必要ドライバのインストールを含む）

  市販製品の使用は可能ですが、ご自身の判断に基づいてご使用ください。Keysight Technologies は、市販製品との適合性に関する情報提供を致しかねます。万一、動作が不安定になった場合は Keysight B1506A システムのリカバリを実施してください。

- 修理について

  弊社サービス・センターにて引き取り修理を実施いたします。修理内容におきましては、サポートの都合上、告知なく、最新構成へのアップグレードがなされる場合があります。ご了承ください。

  必要に応じてハードディスクの内容を工場出荷時の状態に戻してから修理を行います。周辺機器が接続されていた場合にはそれを外します。

  返却の際には、ハードディスクの内容が初期化されている場合があります。また、周辺機器は接続を外した状態で返却いたします。

- その他の注意

  - 故障や不慮の事故によってハードディスク上のデータを失うことのないよう、データのバックアップを行ってください。
  - B1506A をコンピュータ ウィルスに感染させないでください。
  - ネットワークに接続する場合は、B1506A をコンピュータ ウィルスに感染させることのないよう、ご注意ください。

快適に作業を行うには

作業環境を快適にし、生産性を高めるには、作業空間の正しいセットアップと計測器の正しい使用が重要となります。この観点から Keysight では、人間工学の原理に基づいてセットアップと使用法に関するアドバイスを行っています。キーボードや入力デバイスを長時間、正しくない操作方法で使用すると、手や腕の柔組織が反復運動損傷（RSI）を受けます。操作中に不快感や痛みを感じた場合は、直ちに使用を止め、早急に担当医に相談してください。RSI の詳細については、下記「反復運動損傷について」を参照し、記されているアドバイスをよくお読みください。ここには、ISO 9241 や European Community Display Screen Equipment 指令などの関連する国際標準、規制、ガイドラインに対するリファレンスもあります。会社に固有のガイダンスについては、会社の人事部あるいはその他の関連部門にお問い合わせください。

- 反復運動損傷について

  Keysight では、快適さや安全を第一に考え、人間工学の原理およびアドバイスに従った使用を推奨しています。科学文献によれば、特に手や腕における柔組織の損傷は、手や前腕の反復運動を必要とするキーボードやその他の機器の不適切な長時間の使用と関わりがあります。この文献では、反復運動損傷と呼ばれるこうした損傷を増大させる危険な要因が、他にも多数存在することが指摘されています。

  - RSI とは

    RSI の原因は特定されていませんが、RSI の発生には、次に記す様々な危険要因が関係しています。

    - 動作や移動を中断せずに長く繰り返しすぎた。
    - 動作をぎこちない、無理な姿勢で実行した。
    - 長時間、姿勢を変えずにいた。
    - 短い休憩を頻繁にとらなかった。
    - その他の環境および心理社会的要因

    このほか、キーボード、マウスや他の入力デバイスの使用に伴う RSI の発生が報告されています。リューマチ性関節炎、肥満、糖尿病などの病気が原因で、こうした損傷にかかりやすくなる場合もあります。

- 不快を感じた場合の対処方法

  何か不快を感じた場合は、すぐに専門家から医療アドバイスを受けてください。通常、診断および治療が早いほど、問題の解決も早まります。

- マウスおよびその他の入力デバイス

  マウスやその他の入力デバイスを使用する場合、様々な状況から不快感や損傷の危険が増大します。下記アドバイスに従うことで、こうした危険を減らすことができます。

  - マウスやその他の入力デバイスの使用中は、手、手首、前腕が楽な位置になるように心がけます。
  - 親指でトラックボールやスペースボールのボールを転がす場合、親指はリラックスした自然な形にして、手、手首、前腕を楽な状態に保ちます。
  - マウスは指で軽く掴みます。手はリラックスさせ、指の力を抜きます。マウスをきつく握らないでください。
  - マウスのボタンやスクロール ホイールをアクティブにしたり、マウス、トラックボールや他の入力デバイスをスクロールするときは、指にほとんど力を入れないようにします。力を入れすぎると、手、手首、前腕の腱や筋肉に不要な圧力がかかります。
  - スクローリング マウスを使っている場合、スクロール ホイールを動かすときは、指や手をリラックスさせ、楽な状態に保ってください。この種のマウスには、マウスの動きやボタン クリックの回数を減らすソフトウェアが付属してます。
  - マウス、トラックボールや他の入力デバイスを使用するときは、使用中に身体を伸ばさなくて済むよう、キーボードのなるべく近くの同じ高さの場所に置くようにします。
  - 質の良いマウス パッドを使用することにより、マウスが効率良く働くようにして、手や手首の不要な動きを減らします。
  - マウスとトラックボールを常に清潔にしておきます。溜まったほこりやごみを定期的に取り除くと、入力デバイスが動きに正しく追随でき、手や手首の不要な動きを減らすことができます。

本書の構成

本書は Keysight Technologies B1506A の製品概要、設置方法、測定操作方法、およびソフトウェア リファレンス情報を記述しています。以下のセクションで構成されています。

1. 概要

   本器の製品概要を記述しています。

2. 設置

   本器の設置、メンテナンス情報を記述しています。

3. 測定してみましょう

   測定サンプルの接続方法、および測定実行方法を説明しています。

4. GUI リファレンス

   Keysight Easy Test Navigator ソフトウェアのリファレンス情報を記述しています。

目次

1. 概要

製品概要 1-3
メインフレーム 1-4
テスト・フィクスチャ 1-5
メインフレームのフロント・パネル 1-6
メインフレームのリア・パネル 1-9
⚠ 1-9
⚠ 1-11
⚠ 1-12
⚠ 1-13
テスト・フィクスチャのフロント・パネル 1-14
⚠ 1-14
⚠ 1-15
測定端子 1-16
⚠ 1-16
テスト・フィクスチャのリア・パネル 1-18
⚠ 1-18
⚠ 1-19
ソフトウェア 1-20
Easy Test Navigator ソフトウェア 1-20
EasyEXPERT ソフトウェア 1-21
ユーティリティ・ソフトウェア 1-21
アクセサリ 1-23
オプション 1-25
測定リソース 1-26
GNDU - グランド・ユニット 1-26
SMU について 1-27
MPSMU - 中電力 SMU. 1-28

目次

HVSMU - 高電圧 SMU 1-31
MCSMU - 中電流 SMU 1-33
HCSMU - 大電流 SMU 1-35
UHCU - 超大電流ユニット 1-37
MFCMU - マルチ周波数 CMU 1-39

2. 設置

⚠ 2-2
⚠ 2-3

設置前の準備 2-4
必要電源 2-4
動作環境 2-4
保管および輸送時の環境 2-4
設置条件 2-5
⚠ 2-5
電源ケーブル 2-5
⚠ 2-5

納入時の検査と設置 2-7
正しく届いていることを確認する 2-7
初期セットアップを行う 2-8
テスト・フィクスチャを接続する 2-10
⚠ 2-10
テスト・フィクスチャの動作を確認する 2-13
Windows ログオン設定を変更する 2-13
GPIB アドレスを変更する 2-14
システム・コントローラを有効にする 2-15

アクセサリの接続 2-16
⚠ 2-16
3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュール 2-17
⚠ 2-17

目次

ユニバーサル・ソケット・モジュール・キット 2-18
⚠ 2-18
ゲートチャージ ソケット・アダプタ 2-24
⚠ 2-24
デバイス接続用アクセサリ 2-27
⚠ 2-27
⚠ 2-28
熱電対 2-29
温度プレート 2-29
サーモストリーム 2-29
⚠ 2-29
⚠ 2-31

メンテナンス 2-32
クリーニング 2-32
自己診断 2-32
⚠ 2-32
校正 2-32

サービス・センターに送る前に 2-33
データのバックアップ 2-33
モジュール・スロットの確認 2-33
装置とアクセサリの発送 2-33
⚠ 2-33

3. 測定してみましょう

データシート特性測定を実行してみましょう 3-3
測定の準備 3-4
測定の実行 3-6

I/V 測定を実行してみましょう 3-13
測定の準備 3-14
測定の実行 3-15

目次

電圧／電流波形の観測 3-21
設定パラメータ 3-23

キャパシタンス測定を実行してみましょう 3-25
測定の準備 3-26
測定の実行 3-27
設定パラメータ 3-30

ゲートチャージ測定を実行してみましょう 3-32
測定の準備 3-33
測定の実行 3-34

パワーロス計算を実行してみましょう 3-40
パワーロス計算の実行 3-41
パワーロス計算用抽出パラメータ 3-48

測定中の温度モニタ／制御をしてみましょう 3-50
測定前の準備 3-51
温度モニタ／制御した測定の実行 3-52

グラフの表示と操作 3-56
特性曲線の選択と表示 3-56
マーカの使用 3-57

4. GUI リファレンス

ソフトウェア・パレット 4-3

データシート特性測定ソフトウェア 4-5
GUI 概要 4-6
ワークエリア 4-8
Automatic Data Save 4-16
ツールバー 4-18
メイン・メニュー 4-21
ダイアログ・ボックス 4-26
ファイルの一覧 4-28

目次

付属テンプレートに定義されているパラメータ 4-31
カスタム・ファイルの作成 4-43

I/V 測定ソフトウェア 4-45
GUI 概要 4-46
ワークエリア 4-47
Automatic Data Save 4-69
ツールバー 4-71
メイン・メニュー 4-72
ダイアログ・ボックス 4-75
ファイルの一覧 4-76

キャパシタンス測定ソフトウェア 4-78
GUI 概要 4-79
ワークエリア 4-80
Automatic Data Save 4-97
メイン・メニュー 4-99
ツールバー 4-102
ダイアログ・ボックス 4-104
ファイルの一覧 4-106

ゲートチャージ測定ソフトウェア 4-108
GUI 概要 4-109
ワークエリア 4-110
Automatic Data Save 4-121
ツールバー 4-123
メイン・メニュー 4-125
ダイアログ・ボックス 4-128
ファイルの一覧 4-131

パワーロス計算ソフトウェア 4-133
GUI 概要 4-134
ワークエリア 4-135
Automatic Data Save 4-146

目次

ツールバー 4-148
メイン・メニュー 4-149
ダイアログ・ボックス 4-152
ファイルの一覧 4-153

温度モニタ／コントロール ソフトウェア 4-155
モニタ・モード GUI 4-155
コントロール・モード GUI 4-158
温度条件の成立に同期した DUT 特性測定の実施手順 4-170
ダイアログ・ボックス 4-172
ファイルの一覧 4-173

共通 GUI コンポーネント 4-174
Module Configuration ダイアログ・ボックス 4-174

1 概要

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

本章は Keysight B1506A 回路デザイン用パワーデバイス・アナライザの概要、基本機能について記述しています。次のセクションで構成されています。

- 製品概要
- メインフレームのフロント・パネル
- メインフレームのリア・パネル
- テスト・フィクスチャのフロント・パネル
- テスト・フィクスチャのリア・パネル
- ソフトウェア
- アクセサリ
- オプション
- 測定リソース

製品概要

Keysight B1506A 回路デザイン用パワーデバイス・アナライザは、回路設計者が用途に適したパワーデバイスを選択して、パワー・エレクトロニクス製品の価値を最大限に高めることができる完全なソリューションです。ブレークダウン電圧やオン抵抗などの IV パラメータ、3 端子 FET のキャパシタンス、ゲートチャージ、パワーロスなど広い動作条件で関連するデバイス・パラメータを評価することができます。広い電圧／電流レンジ（3 kV および 1500 A）、広い温度測定範囲（-50 °C ～ +250 °C）、高速パルス機能、サブ nA レベルの電流測定機能などの本器の機能は、実際の回路動作条件で仕様に満たないデバイスを識別するのに役立ちます。また、独自ソフトウェア・インタフェースにより、使い慣れたデータシートのフォーマットでデバイスの特性評価を簡単に行うことができます。このため、面倒なトレーニングは必要ありません。テスト・フィクスチャ内に統合されたスイッチング回路は、テストの完全な自動化をサポートし、高電圧テストと大電流テストの自動切り替えや、IV 測定と CV 測定の自動切り替えを行うことができます。さらに、独自のプラグイン・スタイルのテスト・フィクスチャ ソケット・アダプタにより、ケーブル接続を必要とせず、人為的なミスを低減します。B1506A は、温度特性評価の完全な自動化もサポートしています。これは、内蔵のサーモストリーム制御機能または温度プレートのいずれかを使用して行うことができます。DUT が B1506A の測定リソースに近接するため、恒温槽までケーブルを延長した場合に発生する大きな寄生成分が存在しません。このため、最大 1500 A の超大電流でも発振することなく、低温および高温の両方で正確に評価することができます。



Keysight B1506A には、以下のパッケージがあります。

- B1506A-H21：最大電流 20 A パッケージ
- B1506A-H51：最大電流 500 A パッケージ
- B1506A-H71：最大電流 1500 A パッケージ

各パッケージには、メインフレーム、テスト・フィクスチャ、接続ケーブル、コントロール・ソフトウェアが含まれます。付属アクセサリについては、Table 1-1 を参照してください。

メインフレーム

メインフレームは、測定リソース（下記）、15 インチ タッチスクリーン LCD パネル、HDD、DVD ドライブ、USB、LAN、GPIB、GPIO インタフェースなどを装備しています。測定リソースの詳細については、「測定リソース (p. 1-26)」を参照してください。

- HVSMU 高電圧ソース／モニタ・ユニット、1 台
- HCSMU 大電流ソース／モニタ・ユニット、B1506A-H21 に 1 台
- MCSMU 中電流ソース／モニタ・ユニット、B1506A-H21 に 2 台、B1506A-H51/H71 に 4 台
- MFCMU マルチ周波数容量測定ユニット、1 台
- MPSMU 中電力ソース／モニタ・ユニット、1 台
- GNDU グランド・ユニット、1 台

B1506A は、容易かつ効率的な測定と解析を Windows の環境で実現するために、直感的グラフィカル ユーザインタフェース、タッチスクリーン LCD、スタイラス・ペン、USB キーボード、USB マウスを提供しています。測定と解析には、下記 B1506A ソフトウェアを使用することができます。詳細は「ソフトウェア (p. 1-20)」を参照してください。

- Easy Test Navigator ソフトウェア
- EasyEXPERT ソフトウェア

テスト・フィクスチャ

測定サンプル（DUT）を接続するには、テスト・フィクスチャを使用します。下記付属アクセサリを用いて、DUT の接続を行います。

- 3 ピン インライン・パッケージ デバイス接続用ソケット・モジュール
- 様々な形状のパッケージ・デバイス接続用ユニバーサル・ソケット・モジュール・キット
- それ以外の形状のデバイス接続用アクセサリ
  - ブランク シリコン プレート
  - 接続ケーブル
  - クリップ
  - バナナ ピン アダプタ
- ゲートチャージ測定用ソケット・アダプタ
- 温度測定用熱電対

また、テスト・フィクスチャは、DUT のコレクタ／ドレイン端子に接続される測定リソースの切替用に、セレクタを内蔵しています。測定リソースには MFCMU、HVSMU、MPSMU、または、HCSMU（B1506A-H21 の場合）あるいは超大電流ユニット（UHCU、B1506A-H51/H71 の場合）を使用できます。

B1506A-H51/H71 は、テスト・フィクスチャと MCSMU 2 台を用いることで、UHCU を構成します。B1506A-H51 は 500 A まで、B1506A-H71 は 1500 A までをサポートします。

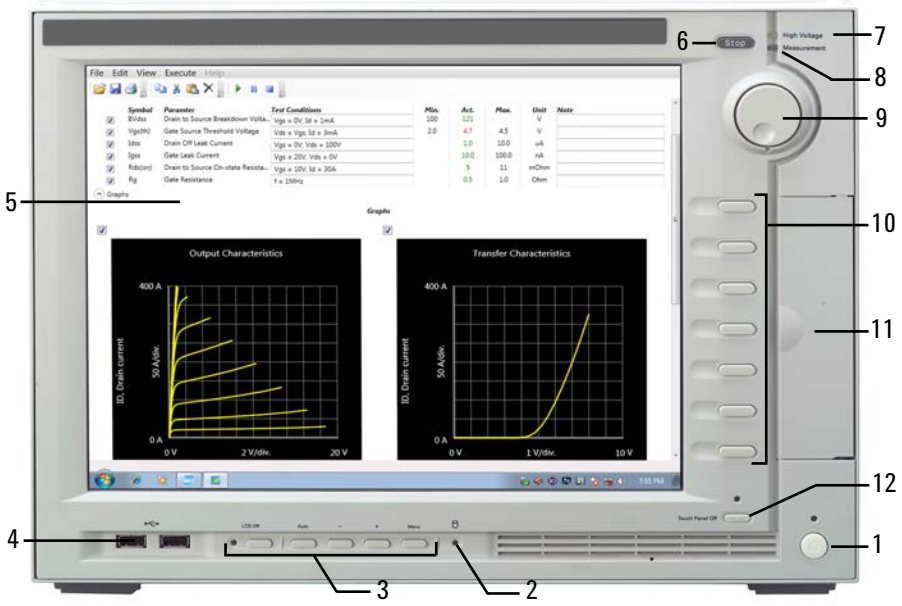
さらに、DUT の温度制御を行うために、温度プレートをフィクスチャ内部に取り付けることができます。あるいは B1506A-T01 温度テスト・エンクロージャを用いることで、フィクスチャ外部にサーモストリームを取り付けることもできます。

温度プレートおよびサーモストリームについては、inTEST Corporation にお問い合わせください。

NOTE セレクタの動作中に音を発することがありますが、異常ではありません。

メインフレームのフロント・パネル

メインフレームのフロント・パネルについて説明します。



1. Standby スイッチ

   本器を起動します。動作中に押すことで本器をスタンバイ状態にします。動作中は緑色 LED が点灯します。

NOTE

測定端子を解放すること

電源をオンする時には、デバイス側で測定端子を開放してください。また、測定を終了したら、デバイスをはずして、測定端子を開放してください。デバイスを接続したまま放置すると、不慮の操作・動作や測定ケーブルなどのチャージアップによってデバイスを破壊する恐れがあります。

2. HDD アクセス インジケータ

   HDD または DVD ドライブのアクセス中に緑色 LED が点灯します。点灯中は本器の電源をオフしないでください。

3. LCD 調整キー

   LCD Off は LCD パネルを有効または無効にします。緑色 LED 点灯時は LCD パネルが無効です。

   輝度調整用に 4 つのキーがあります。+ と - で調整し、Set を押すと輝度を確定します。Set の代わりに Cancel を押すと輝度が元に戻ります。

4. USB インタフェース

   USB、2 ポート。キーボード、マウスなどを接続します。

   USB デバイスの取り外しを行う場合は、Windows タスクバーにある「ハードウェアの安全な取り外し」を使用してください。これを使用しないで取り外しを行う場合、本器内部で通信エラーを生じる場合があります。エラーが生じた場合は、本器の電源をオフし、本器本体から電源ケーブルを抜き取ってください。再起動する場合、30 秒程度放置した後に電源ケーブルを接続し、電源をオンしてください。

5. LCD パネル

   15 インチ TFT XGA ディスプレイ、解像度 1024 × 768 。Windows 画面、B1506A ソフトウェアなどを表示します。Touch Panel Off インジケータ消灯時に、タッチスクリーン操作が可能です。

   タッチパネルの調整を行うには、Microchip TSHARC Control Panel を使用します。起動するには、スタート メニューから Microchip TSHARC Control Panel を選択します。

6. Stop キー

   実行中の測定またはソース出力を直ちに停止します。

7. High Voltage インジケータ

   危険電圧出力中のチャネルがあるときに、赤色 LED が点灯します。

8. Measurement インジケータ

   測定実行中のチャネルがあるときに、緑色 LED が点灯します。

9. ロータリーノブ

   B1506A ソフトウェア実行環境で有効です。ノブを回すとグラフ ウインドウ上のマーカが動きます。またはアクティブな入力フィールドの値が変更されます。ノブを押すと値の設定が確定されます。

10. ソフトキー

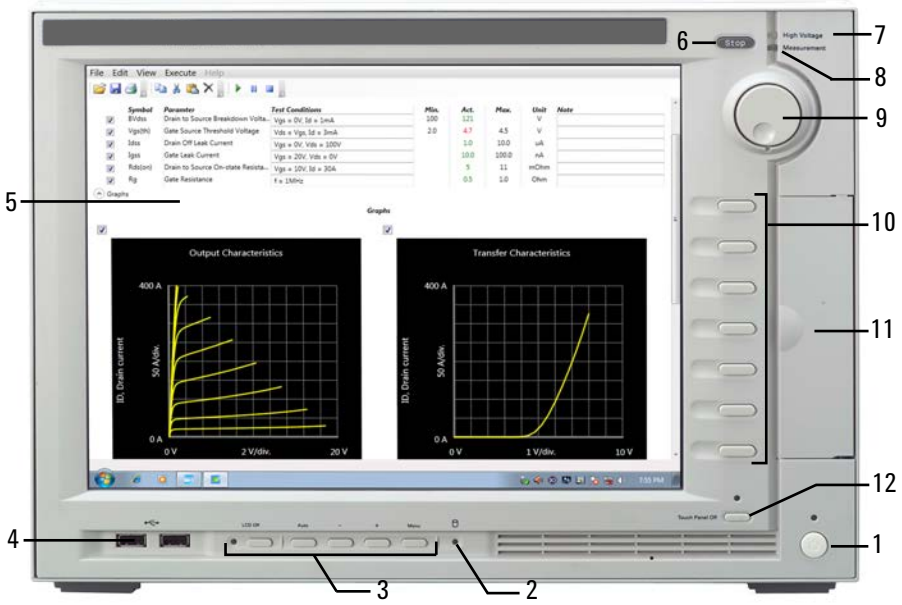
    B1506A ソフトウェア実行環境で 7 つのソフトキーが有効です。ダイアログ ボックスや入力フィールドへの入力値の選択などに使用します。

11. DVD-R ドライブ

    データ バックアップ、ソフトウェア アップデートなどに使用します。オプション DR1 によって、DVD-ROM ドライブに変更されます。

12. Touch Panel Off キー

    B1506A ソフトウェア実行環境で有効です。タッチスクリーン操作を有効または無効にします。緑色 LED 点灯時はタッチスクリーン操作が無効です。



メインフレームのリア・パネル

メインフレームのリア・パネルについて説明します。

WARNING ⚠ **感電事故や装置の故障を防ぐため、測定ケーブルの接続あるいは抜き取りを行う前に、すべての装置の電源をオフしてください。**

WARNING ⚠ **High、Force、Sense、Guard 端子には、危険電圧が出力されることがあります（HVSMU の場合は最大 ± 3000 Vdc、MPSMU の場合は最大 ± 100 Vdc）。感電事故防止のため、使用時には必ず以下の事項を守ってください。**

- **3 極電源ケーブルを使用して本器を接地する。**
- **インターロック・ケーブルを用いて、メインフレームの Interlock 端子をテスト・フィクスチャの Interlock 端子に接続する。**
- **インターロック機能が正常かどうか定期的にテストする。**
- **テスト・フィクスチャ内の High、High Force、High Sense、Guard 端子に触れる前には、本器の電源をオフし、キャパシタが接続されているならば、キャパシタを放電する。**

  電源をオフしない場合には、次の事項すべてを実施する。

  - **フロント・パネル上の Stop キーを押してモジュール出力をオフ状態にする。**
  - **High Voltage（高電圧警告）インジケータの消灯状態を確認する。**
  - **Interlock 端子を開放する（フィクスチャのカバーを開ける）。**
  - **キャパシタが測定リソースに接続されているならばキャパシタを放電する。**
- **他の作業者に対しても、高電圧危険に対する注意を徹底する。**

B1506A-H51/H71



1. シリアル番号

   技術サポートを受ける際に必要な番号です。

2. LED ステータス・インジケータ

   トラブルシューティング用 LED。ステータスの例を以下に記します。

   - 両方の LED が消灯している

     本器がスタンバイ状態であり、Standby スイッチが OFF の位置にあります。

   - 一方の LED がグリーンに点灯している

     電源回路が正常に動作しています。

   - 両方の LED がオレンジに点灯している

     本器がスタンバイ状態であり、Standby スイッチが ON の位置にあります。

3. 電源入力レセプタクル

   AC 電源ケーブルを接続します。

4. GPIB インタフェース・コネクタ

   Keysight 82357A USB/GPIB インタフェースや Keysight 10833A/B/C/D GPIB ケーブルを使用して、外部コンピュータや外部機器と接続します。

5. ビデオ出力端子

   VGA コネクタ。外部ディスプレイを接続します。本体 LCD 向けの信号が、この端子にも出力されます。

6. 測定リソース

   後述の A から F を参照してください。

7. Circuit Common (⏚) とフレームグランド (⏚) 端子

   通常、これらの端子を付属ショートバーで短絡しておきます。フローティング測定を行う場合は、ショートバーをはずします。

WARNING **Circuit Common 端子とフレームグランド端子が接続されていない場合（フローティング測定）、危険電圧が現れる恐れがあります。フローティング測定中はどの測定回路にも触れないでください。**

CAUTION フローティング測定において、Circuit Common 端子に危険電圧を印加してはいけません。本器にダメージを与える恐れがあります。

8. Zero Check 端子

   本器のグランド基準点。

CAUTION Zero Check 端子は本器のサービスに使用されます。他の用途で使用してはいけません。通常使用時は、端子を開放してください。何かを接続または接触させることによって本器にダメージを与える恐れがあります。

9. GNDU 端子

   0 V 定電圧出力源。測定グランドのリファレンスとして使用します。トライアキシャル・コネクタ。

10. LAN インタフェース

    RJ45 コネクタ。

11. USB インタフェース

    USB、2 ポート。キーボード、マウスなどを接続します。

USB デバイスの取り外しを行う場合は、Windows タスクバーにある「ハードウェアの安全な取り外し」を使用してください。これを使用しないで取り外しを行う場合、本器内部で通信エラーを生じる場合があります。エラーが生じた場合は、本器の電源をオフし、本器本体から電源ケーブルを抜き取ってください。再起動する場合、30 秒程度放置した後に電源ケーブルを接続し、電源をオンしてください。

12. Ext Trig 端子

BNC コネクタ。トリガ入力とトリガ出力。プログラミング・ガイドを参照してください。

13. Digital I/O 端子

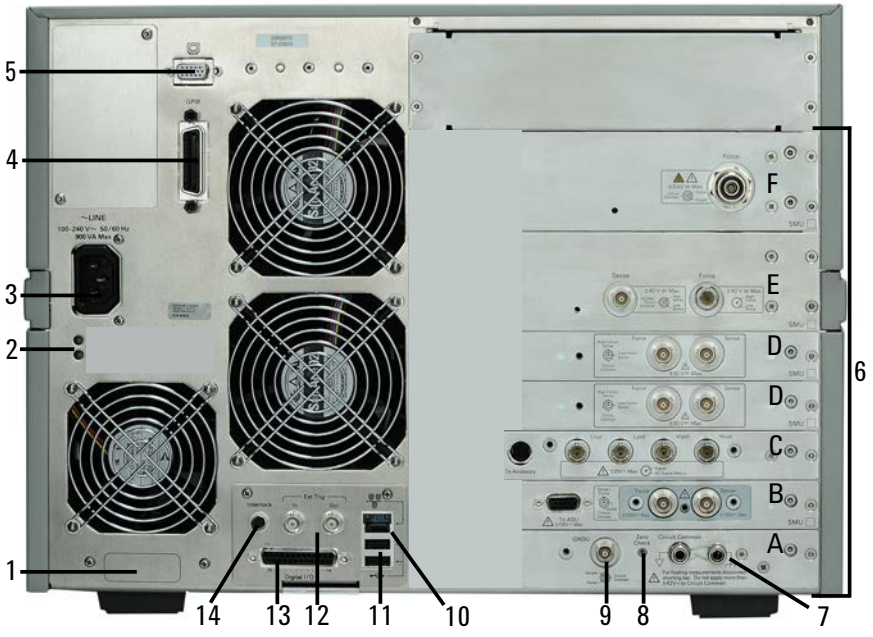
テスト・フィクスチャとの接続に使用します。

⚠14. Interlock 端子

テスト・フィクスチャとの接続に使用します。フィクスチャ・カバーを開くと、本器の出力電圧は ± 42 V に制限されます。

インターロック機能の動作確認を行うには、EasyEXPERT Configuration ウインドウの Main Frame 画面において、Interlock Open/Close テストを実行してください。

B1506A-H21



WARNING **フィクスチャ・カバーが閉じている場合、測定端子（High、Force、Sense、および Guard）には、本器の最大出力電圧までの危険電圧が現れる恐れがあります。**

A. GNDU/ADC

GNDU（グランド・ユニット）と AD コンバータ。

B. MPSMU

MPSMU（中電力ソース／モニタ・ユニット）には Force 端子と Sense 端子（共にトライアキシャル・コネクタ）があります。ケルビン接続に対応します。

C. MFCMU

MFCMU（マルチ周波数容量測定ユニット）には、4 端子対接続用の 4 つの同軸コネクタ Lcur、Lpot、Hpot、Hcur があります。

CAUTION MFCMU の入力端子に ± 25 V を超える電圧を印加してはいけません。MFCMU にダメージを与える恐れがあります。

D. MCSMU

MCSMU（中電流ソース／モニタ・ユニット）には Force 端子と Sense 端子（共にトライアキシャル・コネクタ）があります。ケルビン接続に対応します。

E. HCSMU

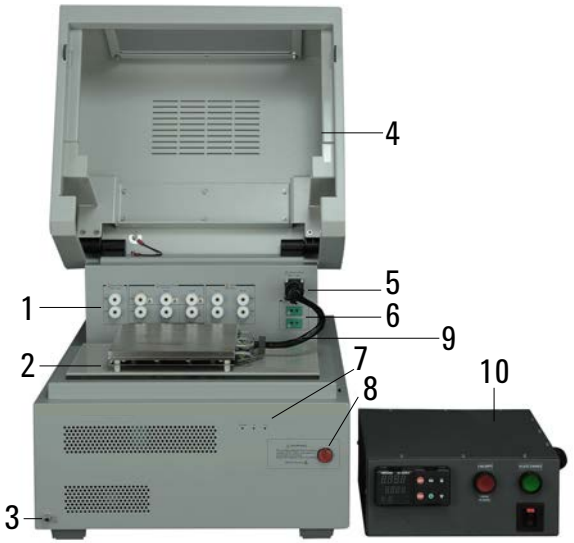
HCSMU（大電流ソース／モニタ・ユニット）には Force 端子（同軸コネクタ）と Sense 端子（トライアキシャル・コネクタ）があります。ケルビン接続に対応します。

F. HVSMU

HVSMU（高電圧ソース／モニタ・ユニット）には Force 端子があります。

テスト・フィクスチャのフロント・パネル

テスト・フィクスチャのフロント・パネルについて説明します。



⚠ 1. 測定端子

測定サンプル（DUT）を接続するためのケーブルまたはソケット・モジュール、アダプタを接続します。詳細は 「測定端子 (p. 1-16)」を参照してください。

2. DUT ステージ

上の写真ではブランク シリコン プレートがステージにセットされ、さらに温度プレートがブランク シリコン プレート上に置かれています。温度プレートについては inTEST Corporation にお問い合わせください。

3. リスト ストラップ接続用端子

4. フィクスチャ・カバー

測定端子に触れることによる感電をさけるため、および測定サンプルへの外部ノイズを防ぐためにカバーを必ず閉じてください。カバーが開いた状態における最大出力電圧は ± 42 V に制限されます。

WARNING **フィクスチャ・カバーが閉じている時、測定端子（High, High Force, High Sense, および Guard）には、接続している測定器の最大出力電圧までの危険電圧が現れる恐れがあります。**

WARNING ⚠ **測定開始前にカバーが確実に閉じていることを確認してください。カバーからワイヤがはみ出た状態で測定を実行しないでください。**

⚠ 5. 温度プレート・コネクタ

温度プレートから延長されるケーブルを接続します。温度プレートについては inTEST Corporation にお問い合わせください。

⚠ 6. 熱電対用端子

DUT 周囲の温度を測定するために熱電対を接続します。-50 °C ～ 300 °C の温度測定に対応します。

7. ステータス・インジケータ

テスト・フィクスチャに AC 電源が供給されると Power LED が黄色に点灯します。

テスト・フィクスチャが使用可能状態になると Power LED が緑色に変わります。

B1506A が IV 測定状態の時 IV LED が点灯します。

B1506A が容量測定状態の時 CV LED が点灯します。

⚠ 8. 危険電圧ステータス・インジケータ

この赤色 LED は測定リソースが危険電圧を出力している場合に点灯します。このインジケータは Interlock 端子を介してメインフレームに接続されます。そしてフロント・パネルの High Voltage インジケータと同期して動作します。

フランス語、ドイツ語、日本語の警告ラベルが付属されています。必要に応じてフィクスチャのフロント・パネルに貼付してお使いください。

WARNING ⚠ **赤色 LED は危険電圧（最大 ± 3000 Vdc）が測定端子に印加されていることを示します。操作する前に必ずこのインジケータを確認してください。**

9. 温度プレート

inTEST Corporation にお問い合わせください。

10. 温度プレートの温度コントローラ

inTEST Corporation にお問い合わせください。

⚠ 測定端子

WARNING **接続ワイヤ、ケーブルの接続または取り外しを行う時は、事前に測定器の出力をオフにしてください。**

メインフレームのフロント・パネル上の Stop キーを押して、測定器出力をオフします。メインフレームのフロント・パネル上の High Voltage インジケータが消灯する事を確認してください。

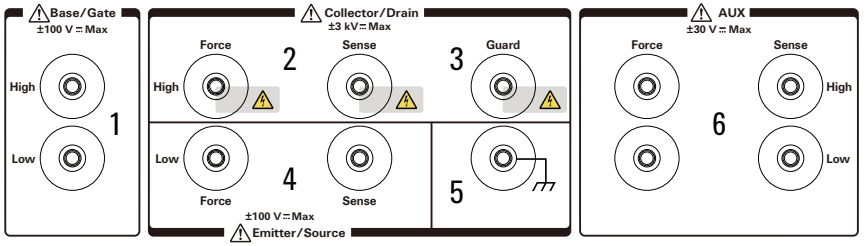
WARNING ⚠ **本器が電圧または電流を出力している時に測定サンプル（DUT）を接続したり取り外したりしないでください。DUT を破損する恐れがあります。**

測定後すぐに DUT に触れないでください。放電および放熱のために十分な時間を取ってください。

CAUTION 測定端子（High、High Force、High Sense、または Guard）を、サーキット・コモンおよびシャーシ・グラウンドを含む他のいかなる端子にも接続しないでください。端子を接続すると、接続された測定リソースを破損する恐れがあります。

NOTE 3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュールを使用する場合は、Base/Gate、Collector/Drain、および Emitter/Source 端子に接続し、Guard 端子は使用しないでください。

NOTE ゲートチャージ ソケット・アダプタを使用する場合は、Base/Gate、Collector/Drain、Emitter/Source、および AUX Force 端子に接続し、AUX Sense 端子は使用しないでください。



3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュールやゲートチャージ ソケット・アダプタを使用しない場合は、接続ワイヤ、ケーブル、クリップ、アダプタ等を用いて測定サンプルを測定端子に接続してください。その場合は、DUT ステージ上にブランク シリコン プレートをセットします。

1. Base/Gate High および Low 端子

   High を DUT のゲートまたはベース端子に接続します。

   Low を DUT のソースまたはエミッタ端子に接続します。

2. Collector/Drain High Force および Sense 端子

   DUT のドレインまたはコレクタ端子に接続します。

   ケルビン接続を行うには、Force と Sense を DUT の端子において、相互接続します。

3. Collector/Drain Guard 端子

   Collector/Drain High のガード。この端子には Collector/Drain High と同じ電位が現れます。ガードを DUT のドレインまたはコレクタ端子のできる限り近くまで延長することで、ケーブルによって生じる漏れ電流を軽減することができます。ガードはケーブルの末端で開放してください。何物にも接続してはいけません。

4. Emitter/Source Low Force および Sense 端子

   DUT のソースまたはエミッタ端子に接続します。

   ケルビン接続を行うには、Force と Sense を DUT の端子において、相互接続します。

5. Chassis コモン端子

   接地またはシールドのために使用します。

6. AUX High Force および Sense 端子、Low Force および Sense 端子

   AUX 入力コネクタに内部接続されている出力端子。メインフレームに装着された SMU3 (MCSMU) が測定リソースとして使用されます。

   High Force および Sense を DUT の high 端子に接続します。

   Low Force および Sense を DUT の low 端子に接続します。

   ケルビン接続を行うには、Force と Sense を DUT の端子において、相互接続します。

テスト・フィクスチャのリア・パネル

WARNING ⚠ **感電事故や装置の故障を防ぐため、測定ケーブルの接続あるいは抜き取りを行う前に、すべての装置の電源をオフしてください。**

テスト・フィクスチャのリア・パネルについて説明します。ケーブルの接続については、「テスト・フィクスチャを接続する (p. 2-10)」を参照してください。



1. 電源スイッチ

   テスト・フィクスチャのオン／オフを行います。

2. 電源入力レセプタクル

   AC 電源ケーブルを接続します。

3. オプション番号ラベル

4. シリアル番号ラベル

   技術サポートを受ける際に必要な番号です。

⚠ 5. システム・ケーブル接続用コネクタ

   メインフレーム内の下記測定リソースから延長されるシステム・ケーブルを接続します。

- HVSMU
- HCSMU（B1506A-H21 用）
- MCSMU
- MPSMU
- GNDU

⚠ 6. CMU ケーブル接続用コネクタ

メインフレームの MFCMU から延長される CMU ケーブルを接続します。

7. Digital I/O 端子

メインフレームの Digital I/O 端子から延長される Digital I/O ケーブルを接続します。

⚠ 8. 接地端子

接地用ねじ端子。

WARNING ⚠ **電気グランド（保護グランド）から延長されるワイヤを、この端子に接続します。**

⚠ 9. Interlock 端子

メインフレームの Interlock 端子から延長されるインターロック・ケーブルを接続します。このケーブルはシステム・ケーブルの一部です。

WARNING **Interlock 端子がテスト・フィクスチャなどの治具でショートされると、測定端子（High、Force、Sense、Guard）に危険電圧が現れる恐れがあります。**

⚠ 10. 温度プレート用コネクタ

温度プレートの温度コントローラから延長されるケーブルを接続します。温度プレートについては inTEST Corporation にお問い合わせください。

ソフトウェア

Keysight B1506A は、直感的グラフィカル ユーザインタフェース、タッチスクリーン LCD、スタイラス・ペン、キーボード、マウスを用いた、容易かつ効率的な測定と解析を Windows 環境上で実現します。以下のソフトウェアが、メインフレームにプリインストールまたは保存されています。

- Easy Test Navigator ソフトウェア
- EasyEXPERT ソフトウェア
- ユーティリティ・ソフトウェア

Easy Test Navigator ソフトウェア

Easy Test Navigator ソフトウェアはパワーデバイスの特性解析に使用する測定制御ソフトウェアを提供します。様々なタイプの測定を簡単かつ単純な操作で実現します。その機能の一部を以下にリストします。詳細は、第 3 章と第 4 章を参照してください。

- 含まれるソフトウェア：
  - データシート特性測定ソフトウェア
  - I/V 測定ソフトウェア
  - キャパシタンス測定ソフトウェア
  - ゲートチャージ測定ソフトウェア
  - パワーロス計算ソフトウェア
  - 温度モニタ／コントロール ソフトウェア
- 典型的な特性をすぐに測定するための設定テンプレート
- 内蔵 HDD または外部デバイスへのデータ保存
- 測定データをポータブル形式で HDD に自動蓄積するためのオプション
- パルス掃引測定点におけるオシロスコープ表示機能

EasyEXPERT ソフトウェア

EasyEXPERT ソフトウェアは、Keysight B1500 シリーズの制御用にデザインされたアプリケーション プログラムです。その機能の一部を以下にリストします。詳細については、Keysight EasyEXPERT ユーザ・ガイドを参照してください。

- シングル測定、繰り返し測定、重ね書き測定の実行
- モジュール・セレクタの制御
- データ管理機能（ワークスペース単位による測定・設定データの管理）
- グラフ表示、解析機能（マーカ、カーソル、ライン、自動解析など）
- データ インポート／エクスポート機能、データ出力機能（CSV/XML 形式によるデータ出力、EMF/BMP/GIF/PNG 形式によるグラフ出力）
- メンテナンス機能（セルフテスト、セルフキャリブレーションなど）
- 外部コンピュータによるリモート制御機能

EasyEXPERT には、次の測定実行環境があります。

- アプリケーション・テスト（Application Test）
- クラシック・テスト（Classic Test）
- トレーサ・テスト（Tracer Test）
- クイック・テスト（Quick Test）

NOTE

アプリケーション・ライブラリ

テストの実行を容易にするため、EasyEXPERT にはアプリケーション・ライブラリ（テスト定義の集まり）が含まれています。テスト定義を選択し、実デバイス（DUT）に合わせた測定条件を入力するだけで、アプリケーション・テストを実行できます。

すべてのテスト定義はサンプルです。Keysight Technologies は、これらサンプルの使用によるいかなる損害に対しても責任を負いかねます。

ユーティリティ・ソフトウェア

利用可能なユーティリティ・ソフトウェアを以下にリストします。詳細は、Keysight EasyEXPERT ユーザ・ガイドを参照してください。

- Desktop EasyEXPERT ソフトウェア

外部の Windows PC 上で動作する EasyEXPERT ソフトウェア。インストールされていません。

- 4155/4156 セットアップ・ファイル・コンバータ

  Keysight 4155/4156 の設定ファイル（拡張子 MES または DAT）を EasyEXPERT クラシック・テスト用設定ファイルに変換するプログラム。下記フォルダに保存されています。

  <program folder>\Agilent\B1500\EasyEXPERT\415xC\Conversion\

- MDM ファイル・コンバータ

  EasyEXPERT データ・ファイル（拡張子 XTR または ZTR）を Keysight IC-CAP 用の MDM ファイルに変換するプログラム。下記フォルダに保存されています。

  <program folder>\Agilent\B1500\EasyEXPERT\IC-CAP Support\MDM\

- プローバ制御プログラム

  以下にリストされるプローバの制御を行う実行ファイル。下記フォルダに保存されています。

  <program folder>\Agilent\B1500\EasyEXPERT\Utilities\

  サポートされるプローバ：

  - Cascade Microtech Summit 12K または S300
  - SUSS MicroTec PA200 または PA300
  - Vector Semiconductor VX-2000 または VX-3000

- sleep.exe プログラム

  EasyEXPERT アプリケーション・テストの実行フロー内に待ち時間を挿入する実行ファイル。下記フォルダに保存されています。

  <program folder>\Agilent\B1500\EasyEXPERT\Utilities\

NOTE

表記について

<program folder> は下記フォルダを示しています。<system drive> は B1506A ソフトウェアがインストールされているドライブを示しています。

Windows 7 64 bit の場合　<system drive>:\Program Files (x86)

Windows 7 32 bit、Vista、XP の場合　<system drive>:\Program Files

アクセサリ

Keysight B1506A の付属アクセサリと利用可能なアクセサリを記します。

Table 1-1 **付属アクセサリ**

名称	数量
システム・ケーブル	1
CMU 接続ケーブル	1
Digital I/O 接続ケーブル	1
ブランク シリコン プレート	1
3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュール	1
ゲートチャージ ソケット・アダプタ	1
ユニバーサル・ソケット・モジュール・キット	1
熱電対、耐高温、75 cm	2
200 mm 大電流ケーブル	2
300 mm 大電流ケーブル	2
200 mm ケーブル	8
300 mm ケーブル	6
バナナ ピン アダプタ	18
ワニロクリップ、小	20
ワニロクリップ、大	4
USB キーボード	1
USB マウス	1
スタイラス・ペン	1
パワー・ケーブル	2
Product Reference CD-ROM	1

Table 1-2 利用可能なアクセサリ

モデル	オプション	名称
16444A	B1500 シリーズ用アクセサリ	
	16444A-001	USB キーボード
	16444A-002	USB マウス
	16444A-003	スタイラス・ペン
16493G	Digital I/O 接続ケーブル	
	16493G-001	1.5 m
	16493G-002	3.0 m
N1300A	CMU 接続ケーブル	
	N1300A-001	1.5 m
	N1300A-002	3.0 m

オプション

Keysight B1506A のオプションを Table 1-3 に記します。

Table 1-3 **オプション**

オプション	名称
回路デザイン用パワーデバイス・アナライザ	
B1506A-H21	20 A ／ 3 kV ／ C-V ／ゲートチャージ／サーマル・フィクスチャ・パッケージ
B1506A-H51	500 A ／ 3 kV ／ C-V ／ゲートチャージ／サーマル・フィクスチャ・パッケージ
B1506A-H71	1500 A ／ 3 kV ／ C-V ／ゲートチャージ／サーマル・フィクスチャ・パッケージ
温度エンクロージャ	
B1506A-T01	温度テスト・エンクロージャ
キャリブレーション	
B1506A-A6J	校正および校正証明書（校正データ付）、ANSI Z540-1-1994 準拠
B1506A-UK6	校正および校正証明書（校正データ付）
ドキュメンテーション	
B1506A-ABA	英文取扱説明書（紙マニュアル）
B1506A-ABJ	和文取扱説明書（紙マニュアル）
ドライブ オプション	
B1506A-DR1	DVD-R ドライブを DVD-ROM ドライブに変更

測定リソース

Keysight B1506A には次の測定リソースが装着されています。

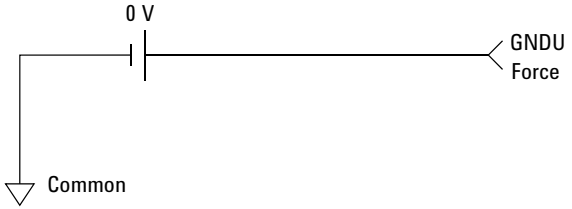
- GNDU - グランド・ユニット
- MPSMU - 中電力 SMU
- HVSMU - 高電圧 SMU
- MCSMU - 中電流 SMU
- HCSMU - 大電流 SMU
- UHCU - 超大電流ユニット
- MFCMU - マルチ周波数 CMU

EasyEXPERT 使用時に有効な機能については、Keysight EasyEXPERT ユーザ・ガイドを参照してください。GPIB リモート・モードにおいて有効な機能については、プログラミング・ガイドを参照してください。

GNDU - グランド・ユニット

GNDU は 0 V 定電圧源であり、測定グランドの基準として使用します。また、最大 ± 4.2 A までの電流を流せるので、MPSMU、HVSMU を使用する際に有効です。HCSMU、MCSMU、UHCU を使用する場合は、GNDU を Low 端子側に必ず接続し、基準 0 V を供給します。概略回路図を Figure 1-1 に示します。

Figure 1-1 **GNDU 概略回路図**



SMU について

ソース／モニタ・ユニット（SMU）は定電圧または定電流を出力し、DC 電圧または電流を測定することができます。SMU の概略回路図を Figure 1-2 に記します。

MPSMU は次の動作を行うことができます。

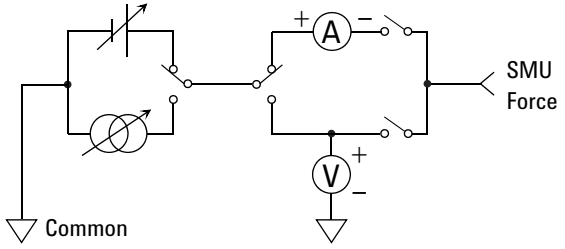
- 電圧印加、電流または電圧測定
- 電流印加、電流または電圧測定

HCSMU、MCSMU、HVSMU は次の動作を行うことができます。

- 電圧印加、電流および／または電圧測定
- 電流印加、電流および／または電圧測定

NOTE GPIB リモート状態で SMU の動作モードを選択するには CMM コマンドを実行します。

Figure 1-2 SMU 概略回路図



コンプライアンス

デバイス保護のために、SMU の出力電圧／電流を制限するコンプライアンス機能があります。SMU を電圧源として使用する場合は電流コンプライアンスを、電流源として使用する場合は電圧コンプライアンスを設定します。詳細については Keysight EasyEXPERT ユーザ・ガイドを参照してください。

MPSMU - 中電力 SMU

中電力 SMU (MPSMU) の代表的な仕様を記します。

- 最大電圧、電流、消費電力：±100 V、±100 mA、2 W
- 最小レンジ：0.5 V、1 nA
- 出力・測定値、測定分解能：Table 1-4 から 1-7 を参照してください。

Figure 1-3 **MPSMU 出力／測定範囲**

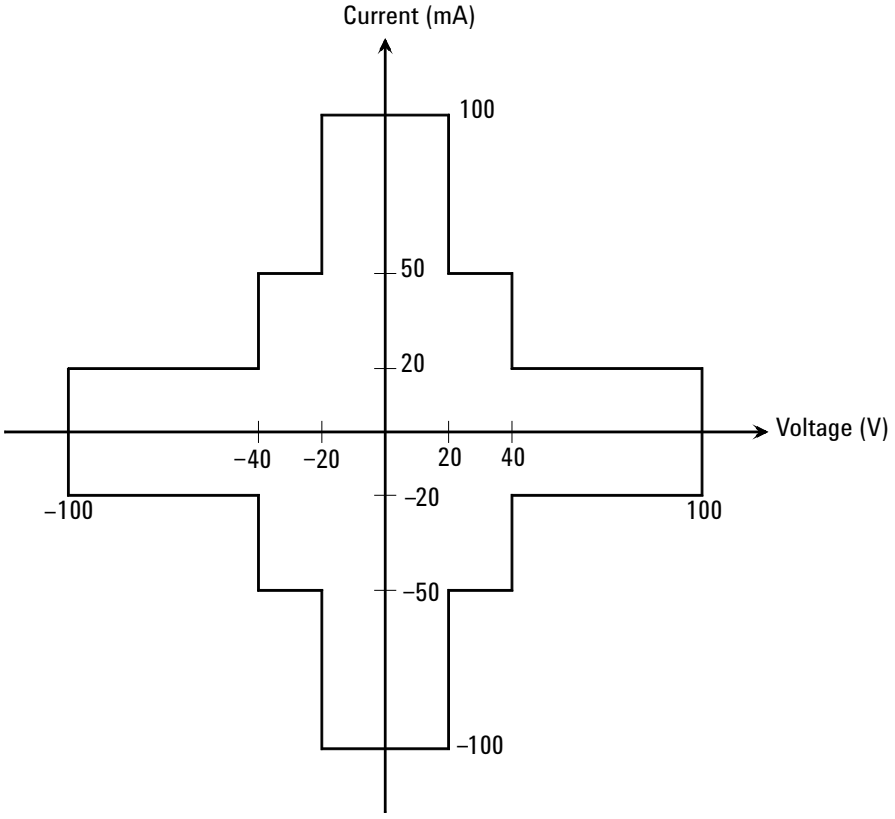


Table 1-4 **MPSMU 出力電圧値と分解能**

レンジ	出力値	設定分解能	最大電流
0.5 V	0 ≤ |V| ≤ 0.5 V	25 µV	±100 mA
2 V	0 ≤ |V| ≤ 2 V	100 µV	±100 mA
5 V	0 ≤ |V| ≤ 5 V	250 µV	±100 mA
20 V	0 ≤ |V| ≤ 20 V	1 mV	±100 mA
40 V	0 ≤ |V| ≤ 20 V	2 mV	±100 mA
	20 < |V| ≤ 40 V	2 mV	±50 mA
100 V	0 ≤ |V| ≤ 20 V	5 mV	±100 mA
	20 < |V| ≤ 40 V	5 mV	±50 mA
	40 < |V| ≤ 100 V	5 mV	±20 mA

Table 1-5 **MPSMU 出力電流値と分解能**

レンジ	出力値	設定分解能	最大電圧
1 nA	0 ≤ |I| ≤ 1.15 nA	50 fA	±100 V
10 nA	0 ≤ |I| ≤ 11.5 nA	500 fA	±100 V
100 nA	0 ≤ |I| ≤ 115 nA	5 pA	±100 V
1 µA	0 ≤ |I| ≤ 1.15 µA	50 pA	±100 V
10 µA	0 ≤ |I| ≤ 11.5 µA	500 pA	±100 V
100 µA	0 ≤ |I| ≤ 115 µA	5 nA	±100 V
1 mA	0 ≤ |I| ≤ 1.15 mA	50 nA	±100 V
10 mA	0 ≤ |I| ≤ 11.5 mA	500 nA	±100 V
100 mA	0 ≤ |I| ≤ 20 mA	5 µA	±100 V
	20 mA < |I| ≤ 50 mA	5 µA	±40 V
	50 mA < |I| ≤ 100 mA	5 µA	±20 V

Table 1-6 **MPSMU 測定電圧値と分解能**

レンジ	測定値 [a]	測定分解能	
		高速 ADC	高分解能 ADC
0.5 V	0 ≤ |V| ≤ 0.55 V	25 µV	0.5 µV
2 V	0 ≤ |V| ≤ 2.2 V	100 µV	2 µV
5 V	0 ≤ |V| ≤ 5.5 V	250 µV	5 µV
20 V	0 ≤ |V| ≤ 22 V	1 mV	20 µV
40 V	0 ≤ |V| ≤ 44 V	2 mV	40 µV
100 V	0 ≤ |V| ≤ 100 V	5 mV	100 µV

Table 1-7 **MPSMU 測定電流値と分解能**

レンジ	測定値 [a]	測定分解能	
		高速 ADC	高分解能 ADC
1 nA	0 ≤ |I| ≤ 1.15 nA	50 fA	10 fA
10 nA	0 ≤ |I| ≤ 11.5 nA	500 fA	10 fA
100 nA	0 ≤ |I| ≤ 115 nA	5 pA	100 fA
1 µA	0 ≤ |I| ≤ 1.15 µA	50 pA	1 pA
10 µA	0 ≤ |I| ≤ 11.5 µA	500 pA	10 pA
100 µA	0 ≤ |I| ≤ 115 µA	5 nA	100 pA
1 mA	0 ≤ |I| ≤ 1.15 mA	50 nA	1 nA
10 mA	0 ≤ |I| ≤ 11.5 mA	500 nA	10 nA
100 mA	0 ≤ |I| ≤ 100 mA	5 µA	100 nA

a. この列はオートまたはリミテッド・オート・レンジング・モードに適用します。固定レンジの場合、**レンジ**列の値が適用されます。

HVSMU - 高電圧 SMU

高電圧 SMU (HVSMU) の代表的な仕様を記します。

- 最大電圧／電流：3000 V/4 mA、-3000 V/-4 mA、1500 V/8 mA、または -1500 V/-8 mA
- 消費電力：12 W
- 最小レンジ：200 V、1 nA
- 出力・測定値、測定分解能：Table 1-8 と 1-9 を参照してください。

CAUTION

HVSMU Force および Guard 端子を Circuit Common、フレーム・グランド、SMU 等の他測定リソースに接続してはいけません。接続された測定リソースにダメージを与える恐れがあります。

Figure 1-4 **HVSMU 出力／測定範囲**

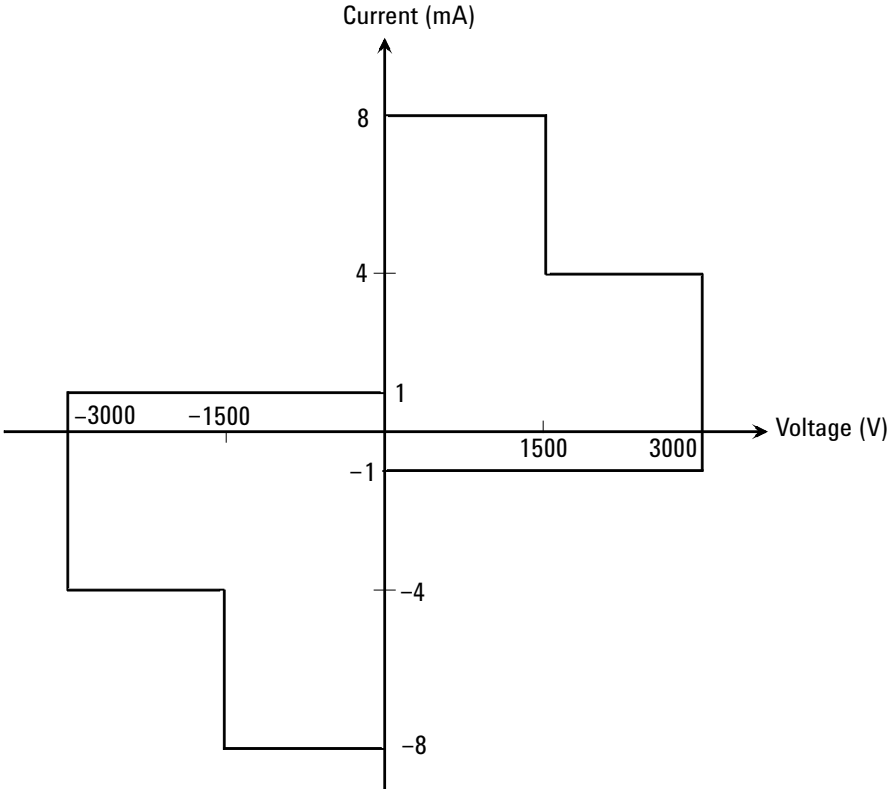


Table 1-8 **HVSMU 電圧値と分解能**

レンジ	出力・測定値	設定・測定 分解能	最大電流 **|Imax|**
200 V	0 ≤ |V| ≤ 200 V	200 μV	8 mA
500 V	0 ≤ |V| ≤ 500 V	500 μV	8 mA
1500 V	0 ≤ |V| ≤ 1500 V	1.5 mV	8 mA
3000 V	0 ≤ |V| ≤ 3000 V	3 mV	4 mA

Table 1-9 **HVSMU 電流値と分解能**

レンジ	出力・測定値	設定・測定 分解能	最大電圧 **|Vmax|**
1 nA[a]	0 ≤ |I| ≤ 1.15 nA	10 fA	3000 V
10 nA	0 ≤ |I| ≤ 11.5 nA	100 fA	3000 V
100 nA	0 ≤ |I| ≤ 115 nA	100 fA	3000 V
1 μA	0 ≤ |I| ≤ 1.15 μA	1 pA	3000 V
10 μA	0 ≤ |I| ≤ 11.5 μA	10 pA	3000 V
100 μA	0 ≤ |I| ≤ 115 μA	100 pA	3000 V
1 mA	0 ≤ |I| ≤ 1.15 mA	1 nA	3000 V
10 mA	0 ≤ |I| ≤ 8 mA	10 nA	1500 V
	0 ≤ |I| ≤ 4 mA		3000 V

a. DC のみ。

MCSMU - 中電流 SMU

中電流 SMU (MCSMU) の代表的な仕様を記します。

- 最大電流：± 1 A（パルス）、± 0.1 A（DC）
- 最大電圧：± 30 V
- 消費電力：30 W（パルス）、3 W（DC）
- 最小レンジ：0.2 V、10 μA
- 最小パルス幅：10 μs
- 出力・測定値、測定分解能：Table 1-10 と 1-11 を参照してください。

Figure 1-5 **MCSMU 出力／測定範囲**

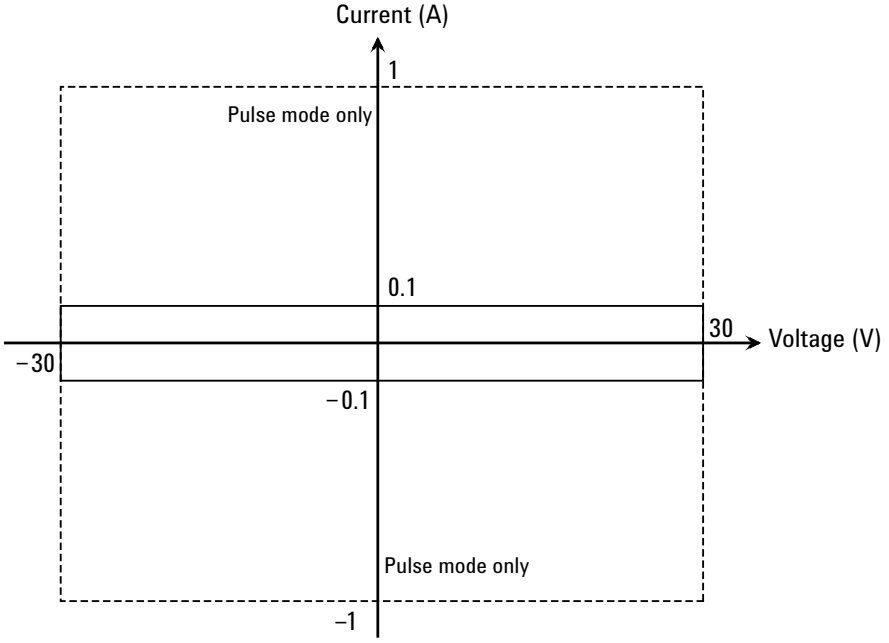


Table 1-10 **MCSMU 電圧値と分解能**

レンジ	出力・測定値	設定・測定分解能	最大電流	最大パルス・ベース値
0.2 V	0 ≤ |V| ≤ 0.2 V	200 nV	100 mA、1 A[a]	± 0.2 V
2 V	0 ≤ |V| ≤ 2 V	2 µV		± 2 V
20 V	0 ≤ |V| ≤ 20 V	20 µV		± 20 V
40 V	0 ≤ |V| ≤ 30 V	40 µV		± 30 V

a. パルスのみ。

Table 1-11 **MCSMU 電流値と分解能**

レンジ	出力・測定値	設定・測定分解能	最大電圧	最大パルス・ベース値
10 µA	0 ≤ |I| ≤ 11.5 µA	10 pA	± 30 V	± 10 µA
100 µA	0 ≤ |I| ≤ 115 µA	100 pA		± 100 µA
1 mA	0 ≤ |I| ≤ 1.15 mA	1 nA		± 1 mA
10 mA	0 ≤ |I| ≤ 11.5 mA	10 nA		± 10 mA
100 mA	0 ≤ |I| ≤ 100 mA、 0 ≤ |I| ≤ 115 mA[a]	100 nA		± 100 mA
1 A[b]	0 ≤ |I| ≤ 1 A	1 µA		± 50 mA

a. パルスのみ。
b. パルスのみ。パルス幅とデューティ比の最大値は、それぞれ 100 ms と 5 % です。

HCSMU - 大電流 SMU

大電流 SMU (HCSMU) の代表的な仕様を記します。HCSMU は、20 A モデル（B1506A-H21）に内蔵されます。

- 最大電流：± 20 A （パルス）、± 1 A（DC）
- 最大電圧：± 40 V（≤ ± 1 A）、± 20 V（> ± 1 A、パルス）
- 消費電力：40 W
- 最小レンジ：0.2 V、10 μA
- 最小パルス幅：50 μs
- 出力・測定値、測定分解能：Table 1-12 と 1-13 を参照してください。

NOTE

HCSMU Low Force および Low Sense 端子 (同軸コネクタの外側導体) に導体を接触させてはいけません。Circuit Common、フレーム・グランド、その他の電位を持った導体を接触させると、測定誤差が生じます。

Figure 1-6 **HCSMU 出力／測定範囲**

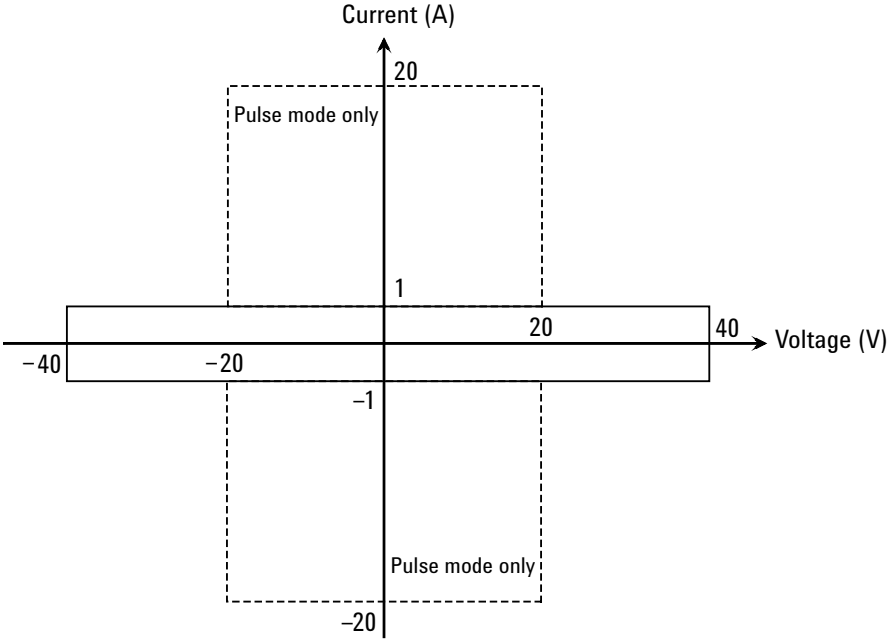


Table 1-12 HCSMU 電圧値と分解能

レンジ	出力・測定値	設定・測定分解能	最大電流	パルス・ベースの最大値
0.2 V	0 ≤ |V| ≤ 0.2 V	200 nV	± 20 A / ± 40 A	± 0.2 V
2 V	0 ≤ |V| ≤ 2 V	2 μV	± 20 A / ± 40 A	± 2 V
20 V	0 ≤ |V| ≤ 20 V	20 μV	± 20 A / ± 40 A	± 20 V
40 V	0 ≤ |V| ≤ 40 V	40 μV	± 1 A / ± 2 A	± 40 V

Table 1-13 HCSMU 電流値と分解能

レンジ	出力・測定値	設定・測定分解能	最大電圧	パルス・ベースの最大値
10 μA	0 ≤ |I| ≤ 11.5 μA	10 pA	± 40 V	± 10 μA
100 μA	0 ≤ |I| ≤ 115 μA	100 pA	± 40 V	± 100 μA
1 mA	0 ≤ |I| ≤ 1.15 mA	1 nA	± 40 V	± 1 mA
10 mA	0 ≤ |I| ≤ 11.5 mA	10 nA	± 40 V	± 10 mA
100 mA	0 ≤ |I| ≤ 115 mA	100 nA	± 40 V	± 100 mA
1 A	0 ≤ |I| ≤ 1.15 A[a]	1 μA	± 40 V	± 1 A
20 A	0 ≤ |I| ≤ 20 A	20 μA	± 20 V	± 100 mA

a. DC 出力または測定の場合、最大 1 A。

UHCU - 超大電流ユニット

超大電流ユニット（UHCU）の代表的な仕様を記します。UHCU は、500 A モデル（B1506A-H51）または 1500 A モデル（B1506A-H71）に内蔵されます。

UHCU の代表的な仕様を記します。

- 出力：電圧パルスまたは電流パルス
- 測定：電流または電圧
- 最大電流：± 500 A（B1506A-H51）または ± 1500 A（B1506A-H71）
- 最大電圧：± 60 V
- 最大電力：7.5 kW（500 A レンジ）、22.5 kW（2000 A レンジ）
- 最小パルス幅：10 μs
- 最大パルス・デューティ比：0.4 %（500 A レンジ）、0.1 %（2000 A レンジ）
- 出力・測定値、測定分解能：Table 1-14 と 1-15 を参照してください。

Figure 1-7 **UHCU 出力／測定範囲**

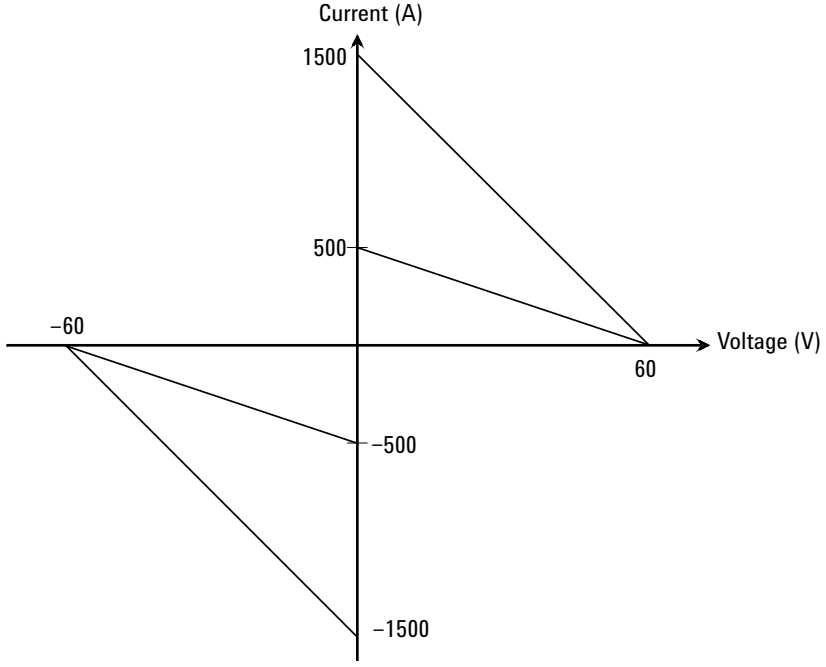


Table 1-14　　UHCU 電圧値と分解能

レンジ	出力値	測定値	設定分解能	測定分解能	最大電流
100 V	0 ≤ |V| ≤ 60 V [a]	0 ≤ |V| ≤ 60 V	200 µV	100 µV	± 500 A、 ± 1500 A[b]

a. パルス・ベース値は常に 0 V。
b. B1506A-H71 の場合。

Table 1-15　　UHCU 電流値と分解能

レンジ	出力値	測定値	設定分解能	測定分解能	最大電圧
500 A	0 ≤ |I| ≤ 500 A[a]	0 ≤ |I| ≤ 500 A	1 mA	500 µA	± 63 V [b]
2000 A[c]	0 ≤ |I| ≤ 1500 A	0 ≤ |I| ≤ 1500 A	4 mA	2 mA	

a. パルス・ベース値は常に 0 A。
b. 最大電圧コンプライアンス。
c. B1506A-H71 の場合。パルス・ベース値は常に 0 A。

MFCMU - マルチ周波数 CMU

マルチ周波数容量測定ユニット（MFCMU）の代表的な仕様を記します。MFCMU はインピーダンス測定を実行し、指定された測定データ、例えば Cp-G、を返します。

- 測定パラメータ：Table 1-16 を参照してください。
- AC 信号出力周波数：1 kHz ～ 5 MHz

  設定分解能：1 mHz（1 kHz ～）、10 mHz（10 kHz ～）、0.1 Hz（100 kHz ～）または、1 Hz（1 MHz ～ 5 MHz）
- AC 信号出力レベル：

  10 mVrms ～ 250 mVrms、分解能 1 mV
- DC バイアス：

  0 ～ ± 25 V、MFCMU 内部 DC バイアス使用時

  0 ～ ± 3000 V、HVSMU および高電圧バイアス T 使用時
- 測定レンジ：

  レンジ変更モードを固定に設定する測定では、測定レンジ（インピーダンス・レンジ）を特定する必要があります。有効な測定レンジと対応するインピーダンス値を Table 1-17 に記します。また、容量性負荷のインピーダンスー周波数特性の計算例を Figure 1-8 に記します。使用する測定レンジを決定するには、これらを参照してください。

  インピーダンス Z は、次式で計算されています。

  $Z = 1 / (2\pi f C)$

  ここで、f：周波数 (Hz)、C：容量 (F)

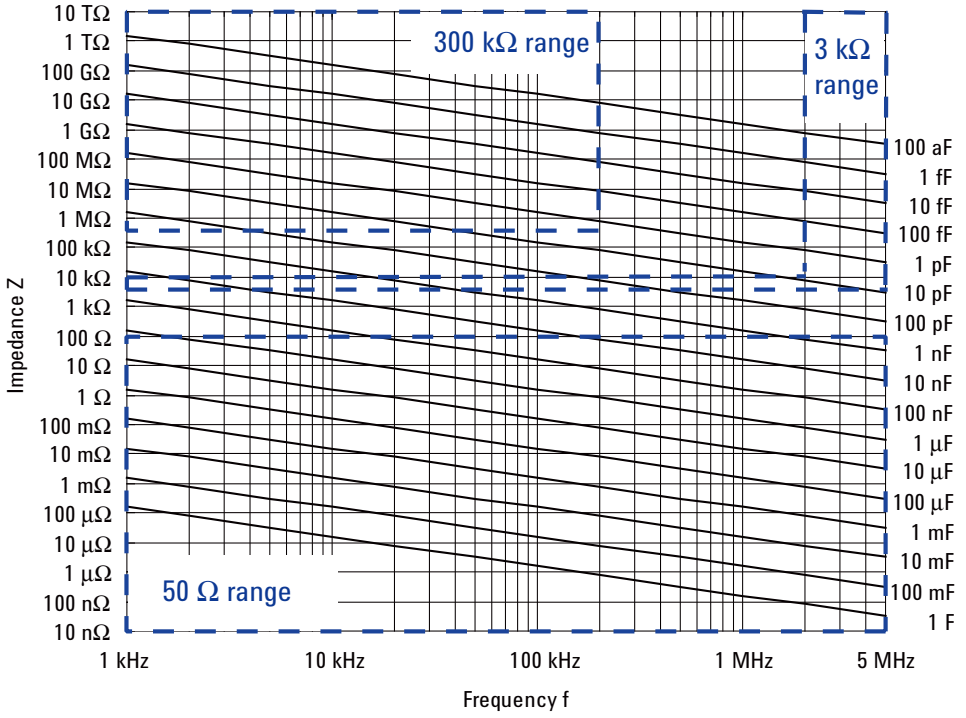
Table 1-16 **測定パラメータ**

第 1 測定パラメータ	第 2 測定パラメータ
R（レジスタンス、Ω）	X（リアクタンス、Ω）
G（コンダクタンス、S）	B（サセプタンス、S）
Z（インピーダンス、Ω）	θ（位相角、ラジアン）
Z（インピーダンス、Ω）	θ（位相角、度）
Y（アドミタンス、S）	θ（位相角、ラジアン）
Y（アドミタンス、S）	θ（位相角、度）
Cp（並列容量、F）	G（コンダクタンス、S）
Cp（並列容量、F）	D（損失係数）
Cp（並列容量、F）	Q（損失係数の逆数）
Cp（並列容量、F）	Rp（並列抵抗、Ω）
Cs（直列容量、F）	Rs（直列抵抗、Ω）
Cs（直列容量、F）	D（損失係数）
Cs（直列容量、F）	Q（損失係数の逆数）
Lp（並列インダクタンス、H）	G（コンダクタンス、S）
Lp（並列インダクタンス、H）	D（損失係数）
Lp（並列インダクタンス、H）	Q（損失係数の逆数）
Lp（並列インダクタンス、H）	Rp（並列抵抗、Ω）
Ls（直列インダクタンス、H）	Rs（直列抵抗、Ω）
Ls（直列インダクタンス、H）	D（損失係数）
Ls（直列インダクタンス、H）	Q（損失係数の逆数）

Table 1-17 測定レンジ （レンジ変更モード：固定）

インピーダンス Z	測定レンジ（インピーダンス・レンジ）		
	1 kHz ≤ f ≤ 200 kHz	**200 kHz < f ≤ 2 MHz**	**2 MHz < f ≤ 5 MHz**
0 ≤ Z < 100 Ω	50 Ω	50 Ω	50 Ω
100 Ω ≤ Z < 300 Ω	100 Ω	100 Ω	100 Ω
300 Ω ≤ Z < 1 kΩ	300 Ω	300 Ω	300 Ω
1 kΩ ≤ Z < 3 kΩ	1 kΩ	1 kΩ	1 kΩ
3 kΩ ≤ Z < 10 kΩ	3 kΩ	3 kΩ	3 kΩ
10 kΩ ≤ Z < 30 kΩ	10 kΩ	10 kΩ	
30 kΩ ≤ Z < 100 kΩ	30 kΩ	30 kΩ	
100 kΩ ≤ Z < 300 kΩ	100 kΩ		
300 kΩ ≤ Z	300 kΩ		

Figure 1-8 容量性負荷のインピーダンスー周波数特性、計算例



2 設置

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Keysight B1506A の設置の準備および方法について説明しています。

- 設置前の準備
- 納入時の検査と設置
- アクセサリの接続
- メンテナンス
- サービス・センターに送る前に

WARNING ⚠ **感電事故や装置の故障を防ぐため、測定ケーブルの接続あるいは抜き取りを行う前に、すべての装置の電源をオフしてください。**

WARNING ⚠ **メインフレームおよびテスト・フィクスチャを持ち上げたり運ぶ場合は 2 人で行ってください。**

CAUTION テスト・フィクスチャを持ち上げる場合、カバーを掴まないでください。

WARNING ⚠ **High、Force、Guard、Sense 端子には、危険電圧が出力されることがあります（HVSMU の場合は最大 ± 3000 Vdc、MPSMU の場合は最大 ± 100 Vdc）。感電事故防止のため、使用時には必ず以下の事項を守ってください。**

- **3 極電源ケーブルを使用して本器を接地する。**
- インターロック・ケーブルを使用してメインフレームの **Interlock 端子**をテスト・フィクスチャの **Interlock 端子**に接続する。
- インターロック機能が正常かどうか定期的にテストする。
- テスト・フィクスチャやシールド・ボックス内の **High、Force、Guard、Sense 端子**に触れる前には、本器の電源をオフし、キャパシタが接続されているならば、キャパシタを放電する。

  電源をオフしない場合には、次の事項すべてを実施する。

  - フロント・パネル上の **Stop** キーを押してモジュール出力をオフ状態にする。
  - **High Voltage**（高電圧警告）インジケータの消灯状態を確認する。
  - **Interlock 端子**を開放する（フィクスチャのカバーまたはシールド・ボックスのドアを開ける）。
  - キャパシタが測定リソースに接続されているならばキャパシタを放電する。
- 他の作業者に対しても、高電圧危険に対する注意を徹底する。

設置前の準備

本器を使用する環境に必要とされる条件を記しています。

- 必要電源
- 動作環境
- 保管および輸送時の環境
- 設置条件
- 電源ケーブル

必要電源

本器は、電源周波数 50/60 Hz、電源電圧 100/240 V (±10 %) の単相 AC 電源で動作します。本器の最大消費電力を以下に記します。

- メインフレーム：900 VA
- B1506A-H21 のテスト・フィクスチャ：130 VA
- B1506A-H51/H71 のテスト・フィクスチャ：470 VA

動作環境

必ず次の環境で動作させてください。

温度： +5 °C ～ +40 °C、+5 °C ～ +30 °C（温度プレート使用時）、または +20 °C ～ +30 °C（サーモストリーム使用時）

湿度： 20 % ～ 70 % RH または 20 % ～ 50 % RH（サーモストリームの設定温度が +20 °C 以下の場合）、結露しないこと

標高： 0 ～ 2,000 m

保管および輸送時の環境

保管、あるいは輸送／運搬には、次の条件を満たす必要があります。

温度： -20 °C ～ +60 °C

湿度： 10 % ～ 90 % RH、結露しないこと

標高： 0 ～ 4,600 m

設置条件

WARNING ⚠ **埃の多い環境、または可燃性ガス、腐食性ガス、蒸気のある環境で本器を使用しないでください。**

- 本器の環境条件については、前頁に掲載されています。基本的に、本器は室内の管理された環境で使用してください。
- 水平な場所に、製品天面が上を向くように設置してください。
- 本器の寸法を以下に記します。側面から吸気し、背面から排気することにより、本器はファン冷却されています。本器を設置する場所には、側面と背面に通気のための十分な空間が必要です。
  - メインフレーム：420 mm (W) × 575 mm (D) × 330 mm (H)
  - テスト・フィクスチャ：420 mm (W) × 575 mm (D) × 360 mm (H)

  空気の流れが悪い場合には機器内部の温度が上昇し、機器の信頼性が落ちたり、温度保護回路が働いて電源を自動遮断することがあります。
- 電源ケーブルの着脱が容易に行えるスペースを確保してください。

電源ケーブル

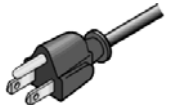
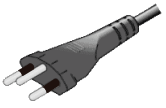
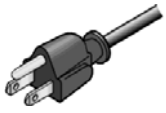
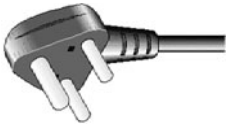
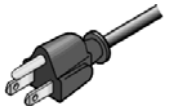
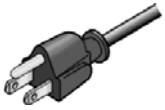
WARNING ⚠ **火災の危険：本器に付属の電源ケーブル以外は使用しないでください。他の電源ケーブルを使用すると、ケーブルが過熱して火災の原因となる恐れがあります。**

感電の危険：電源ケーブルにはシャーシ・グランドのための線があります。電源コンセントは必ず 3 極のものを使用し、正しいピンをアースに接続してください。

NOTE 着脱式電源ケーブルは、非常時の断路装置として使用できます。電源ケーブルを引き抜くと、本器への AC 電源入力が遮断されます。

本器リア・パネルの IEC 320 コネクタに電源ケーブルを接続します。不適切なケーブルが付属されていた場合は、お客様窓口までお知らせください。

本器リア・パネルの AC 入力は、汎用 AC 入力です。100 Vac ～ 240 Vac の範囲の公称電源電圧が使用できます。

Option 900  • Plug: BS 1363/A, 250 V, 10 A • PN: 8120-4420	Option 901  • Plug: AS/NZS 3112, 250 V, 10 A • PN: 8120-4419	Option 902  • Plug: IEC 60277-1, 250 V, 10 A • PN: 8121-1226	Option 903  • Plug: NEMA 5-15P, 125 V, 10 A • PN: 8120-6825
Option 904  • Plug: NEMA 6-15P, 250 V, 10 A • PN: 8120-3996	Option 906  • Plug: SEV 1011, 250 V, 10 A • PN: 8120-4416	Option 912  • Plug: SB 107-2-D1, 250 V, 10 A • PN: 8121-1655	Option 917  • Plug: IS 1293 and IS 6538, 250 V, 10 A • PN: 8121-1690
Option 918  • Plug: JIS C 8303, 125 V, 12 A • PN: 8121-0743	Option 919  • Plug: Israel SI 32, 250 V, 10 A • PN: 8121-0724	Option 920  • Plug: IRAM 2073, 250 V, 10 A • PN: 8121-0725	Option 921  • Plug: CEI 23-16, 250 V, 10 A • PN: 8121-0722
Option 922  • Plug: GB 1002 figure 3, 250 V, 10 A • PN: 8120-8376	Option 923  • Plug: SANS 164-1, 250 V, 10 A • PN: 8121-0564	Option 927  • Plug: NEMA WD-6, 250 V, 10 A • PN: 8120-0674	Option 930  • Plug: NBR 14136, 250 V, 10 A • PN: 8121-1809
Option 931  • Plug: CNS 10917-2, 125 V, 10 A • PN: 8121-1635	Option 932  • Plug: CS 0017, 250 V, 10 A • PN: 8121-1638		

納入時の検査と設置

本器が届いたら、以下のことを行ってください。

- 正しく届いていることを確認する
- 初期セットアップを行う
- テスト・フィクスチャを接続する
- テスト・フィクスチャの動作を確認する

必要に応じて、以下の設定も行ってください。

- Windows ログオン設定を変更する
- GPIB アドレスを変更する
- システム・コントローラを有効にする

正しく届いていることを確認する

1. 箱から取り出す前に搬送中に受けた損傷がないことを確認します。たとえば、へこみ、引っかき傷、破れ、水がかかった痕跡のないことを確認します。

   損傷があると思われる場合には、お近くのキーサイト・テクノロジーにご連絡ください。

2. 本器およびアクセサリの入った箱を開梱し、箱に付属されている内容物一覧に従って不足物がないことを確認してください。

   不足物があった場合には、お近くのキーサイト・テクノロジーにご連絡ください。

正しく届いていることを確認したら、本器およびアクセサリを設置場所に移動してください。設置場所に必要とされる条件については、「設置前の準備 (p. 2-4)」を参照してください。

初期セットアップを行う

1. メインフレームを設置場所に置きます。
2. メインフレームの Standby スイッチがオフであることを確認します。
3. リア・パネルの Circuit Common 端子とフレームグランド端子をショートバーで接続します。
4. 付属 USB キーボード、USB マウスを使用する場合は、メインフレームの USB ポートに接続します。
5. 付属電源ケーブルを用いて、メインフレームを AC 電源に接続します。
6. 測定端子を開放し、メインフレームの Standby スイッチをオンします。

   正常に動作していれば、自動的にセルフテストが実行されます。この時点で問題がある場合は、お近くのキーサイト・テクノロジーにご連絡ください。

7. Windows のセットアップ・ウィザードに従って設定を行います。

   a. システム表示言語を日本語（Japanese）または英語（English）に設定します。間違った設定を行った場合には、Keysight B1506A システムのリカバリを行う必要があります。システム リカバリについては Keysight EasyEXPERT ユーザ・ガイドを参照してください。

   b. 国または地域、時刻と通貨の形式、キーボード レイアウトを設定します。付属 USB キーボードを使用する場合は、キーボード レイアウトを US に設定してください。

   c. エンドユーザ ライセンス承認（End User License Agreement）に承諾します。

   d. タイムゾーン、日付と時刻を設定します。

メインフレームが LAN に接続されている場合は、ネットワーク接続の設定を続けて行うこともできます。ネットワークに接続する場合は、本器をコンピュータ・ウィルスに感染させることの無いよう、ご注意ください。

NOTE

その他の Windows セットアップ

初期セットアップが完了した後で、Windows のその他の設定を行うことは可能ですが、ご自身の判断に基づいて行ってください。

NOTE

Keysight Technologies は、あらゆる条件下における動作の保証、適合性に関する情報提供を致しかねます。万一、動作が不安定になった場合は Keysight B1506A システムのリカバリを実施してください。

リカバリを実施する場合は、Keysight EasyEXPERT ユーザ・ガイドを参照してください。

セットアップ終了直後には、Table 2-1 にリストされるユーザが有効です。

Table 2-1 初期セットアップ終了直後に使用可能なユーザ

ユーザ名	説明
Keysight B1500 User	自動ログオン用アカウントです。パスワードはセットされていません。
KeysightOnly	キーサイト・サービス専用アカウントです。削除しないでください。パスワードがセットされています。
Administrator	アドミニストレータ。パスワードはセットされていません。

初期セットアップの後でユーザを追加することも可能です。必要に応じてユーザの追加を行ってください。

テスト・フィクスチャを接続する

WARNING ⚠ **感電事故や装置の故障を防ぐため、測定ケーブルの接続あるいは抜き取りを行う前に、すべての装置の電源をオフしてください。**

Figure 2-1 に見られるように、メインフレームとテスト・フィクスチャの接続を行います。

B1506A-H21 の接続を行うには、Table 2-2 を参照してください。

B1506A-H51 または H71 の接続を行うには、Table 2-3 を参照してください。

1. Digital I/O ケーブルを接続します。
2. CMU ケーブルを接続します。
3. システム・ケーブルを、番号の若いケーブルから順に接続します。

Figure 2-1 **B1506A のリア・ビュー**

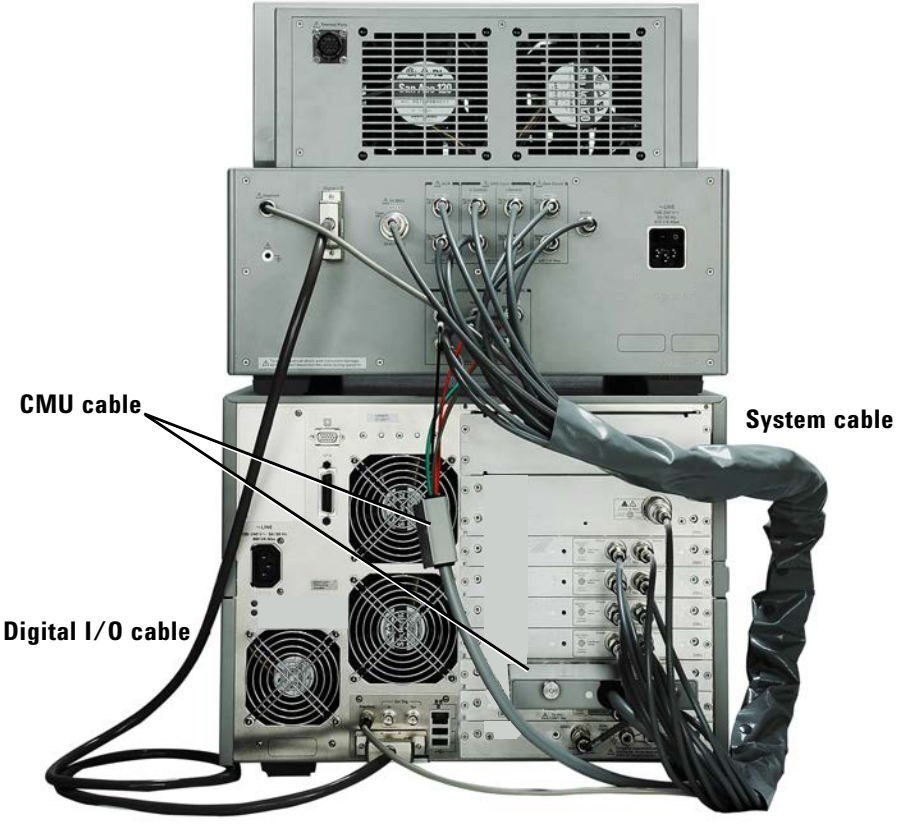


Table 2-2 **B1506A-H21 システム・ケーブルの接続**

テスト・フィクスチャ		ケーブルのラベル		メインフレーム	
Digital I/O ケーブル					
Digital I/O		なし	なし	Digital I/O	
CMU ケーブル					
MFCMU	Lcur (LC)	LC	Lcur	MFCMU	
	Lpot (LP)	LP	Lpot		
	Hcur (HC)	HC	Hcur		
	Hpot (HP)	HP	Hpot		
システム・ケーブル (System cable)					
MPSMU SMU1	Force (1F)	1F	1F	Force	SMU1
	Sense (1S)	1S	1S	Sense	
Gate Control SMU2	Force (2F)	2F	2F	Force	SMU2
	Sense (2S)	2S	2S	Sense	
AUX SMU3	Force (3F)	3F	3F	Force	SMU3
	Sense (3S)	3S	3S	Sense	
HCSMU SMU4	Force (4F)	4F	4F	Force	SMU4
	Sense (4S)	4S	4S	Sense	
HVSMU SMU5	Force (5F)	5F	5F	Force	SMU5
GNDU		GNDU	GNDU	GNDU	
Interlock		なし	なし	Interlock	

Table 2-3 **B1506A-H51/H71 システム・ケーブルの接続**

テスト・フィクスチャ		ケーブルのラベル		メインフレーム	
Digital I/O ケーブル					
Digital I/O		—	—	Digital I/O	
CMU ケーブル					
MFCMU	Lcur (LC)	LC	Lcur	MFCMU	
	Lpot (LP)	LP	Lpot		
	Hcur (HC)	HC	Hcur		
	Hpot (HP)	HP	Hpot		
システム・ケーブル (System cable)					
MPSMU SMU1	Force (1F)	1F	1F	Force	SMU1
	Sense (1S)	1S	1S	Sense	
Gate Control SMU2	Force (2F)	2F	2F	Force	SMU2
	Sense (2S)	2S	2S	Sense	
AUX SMU3	Force (3F)	3F	3F	Force	SMU3
	Sense (3S)	3S	3S	Sense	
V Control SMU4	Force (4F)	4F	4F	Force	SMU4
	Sense (4S)	4S	4S	Sense	
I Control SMU5	Force (5F)	5F	5F	Force	SMU5
	Sense (5S)	5S	5S	Sense	
HVSMU SMU6	Force (6F)	6F	6F	Force	SMU6
GNDU		GNDU	GNDU	GNDU	
Interlock		—	—	Interlock	

テスト・フィクスチャの動作を確認する

「テスト・フィクスチャを接続する (p. 2-10)」に記されているケーブル接続を完了したら、以下の手順を行います。

1. テスト・フィクスチャの測定端子を開放して、カバーを閉じます。
2. 電源ケーブルを用いて、テスト・フィクスチャを AC 電源に接続します。
3. 電源ケーブルを用いて、メインフレームを AC 電源に接続します。
4. テスト・フィクスチャの電源スイッチを押して、テスト・フィクスチャを起動します。
5. メインフレームの電源スイッチを押して、メインフレームの起動を待ちます。
6. 容量測定（Capacitance Measurement）ソフトウェアを起動します。
7. Configuration > Module メニューをクリックして、Module Configuration ダイアログ・ボックスを開きます。
8. Module Configuration ダイアログ・ボックスを用いて、テスト・フィクスチャに内蔵されているセレクタの診断（diagnosis）を行います。問題がある場合は、お近くのキーサイト・テクノロジーにご連絡ください。

Windows ログオン設定を変更する

初期セットアップの状態では Windows 自動ログオンが有効になっています。設定を変更するには、スタート・メニューから All Programs > Control Auto Logon を選択します。Control Auto Logon がブラウザに表示されます。下記ボタンの一方をクリックし、セットアップ スクリプトに従ってください。

- Enable Auto Logon（自動ログオンを有効にします）
- Disable Auto Logon（自動ログオンを無効にします）

NOTE

ユーザ・アカウント *Keysight B1500 User* にパスワードを設定する場合は、自動ログオンを無効にしてください。

GPIB アドレスを変更する

本器の GPIB アドレスは、工場出荷時に 17 に設定されます。GPIB アドレスを変更するには、次の手順を実行します。

1. EasyEXPERT ソフトウェアが起動している場合は、次の操作を行うことによって EasyEXPERT を終了します。
   a. EasyEXPERT の File メニューから Exit を選択します。
   b. Start EasyEXPERT ボタン右上の [x] をクリックします。
2. スタート・メニューから All Programs > Keysight IO Libraries Suite > Keysight Connection Expert を選択します。Keysight Connection Expert ウインドウが開きます。
3. Instrument I/O on this PC リストの GPIB0 を選択し、Change Properties... ボタンをクリックします。Keysight 82350 PCI GPIB Interface - GPIB0 ウインドウが開きます。
4. GPIB Address 値を変更します。
5. Auto-discover instruments connected to this interface ボックスからチェックを外します。
6. Keysight 82350 PCI GPIB Interface - GPIB0 ウインドウの OK ボタンをクリックします。
7. Reboot Required ダイアログ・ボックスが表示される場合は Reboot Now ボタンをクリックし、メインフレームを再起動します。

システム・コントローラを有効にする

本器から外部 GPIB 機器の制御を可能にするには、次の手順を実行します。これによって、外部から本器を制御することができなくなります。

1. EasyEXPERT ソフトウェアが起動している場合は、次の操作を行うことによって EasyEXPERT を終了します。
   a. EasyEXPERT の File メニューから Exit を選択します。
   b. Start EasyEXPERT ボタンの右上の [x] をクリックします。
2. スタート・メニューから All Programs > Keysight IO Libraries Suite > Keysight Connection Expert を選択します。Keysight Connection Expert が開きます。
3. Instrument I/O on this PC リストの GPIB0 を選択し、Change Properties... ボタンをクリックします。Keysight 82350 PCI GPIB Interface - GPIB0 ウインドウが開きます。
4. GPIB Address 値を 21 に設定します。（21 はシステム・コントローラに割り当てるアドレスの代表値）
5. System Controller ボックスにチェックをつけます。
6. Auto-discover instruments connected to this interface ボックスからチェックを外します。

   この設定によって、Keysight Connection Expert は GPIB インタフェースに接続されている GPIB デバイスの自動検出が行えなくなります。
7. Keysight 82350 PCI GPIB Interface - GPIB0 ウインドウの OK ボタンをクリックします。
8. Reboot Required ダイアログ・ボックスが表示される場合は Reboot Now ボタンをクリックし、メインフレームを再起動します。

NOTE

システム・コントローラを無効にするには

上記手順の 4、5 において、GPIB Address 値を 21 以外に設定し、System Controller ボックスからチェックを外します。そして 8 まで実行します。

アクセサリの接続

テスト・フィクスチャは測定サンプル（DUT）を接続するために使用します。B1506A には以下のアクセサリが付属されています。

- 3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュール
- ユニバーサル・ソケット・モジュール・キット
- ゲートチャージ ソケット・アダプタ
- デバイス接続用アクセサリ
- 熱電対

DUT の温度を制御するために以下の装置を使用することができます。これらの装置については inTEST Corporation にお問い合わせください。

- 温度プレート
- サーモストリーム

WARNING

テストリードの接続あるいは抜き取りを行う前に、本器の出力をオフ状態にしてください。

出力をオフするには、フロント・パネル上の Stop キーを押します。そして High Voltage（高電圧警告）インジケータの消灯を確認します。

WARNING

出力印加中に DUT の接続、取り外しを行わないでください。感電事故や DUT 破壊の恐れがあります。

測定終了後、DUT に触れる場合には、残留電荷および発熱への対策を講じてください。感電事故ややけどを防ぐには、手袋や工具を使用すること、十分な時間放置することなども有効な対策のひとつです。

⚠ 3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュール

このソケット・モジュールは、3 ピン インライン・パッケージのデバイスを接続するために使用します。以下の手順を参照してください。

必要物

- 3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュール
- DUT

手順

1. テスト・フィクスチャの Base/Gate、Collector/Drain、および Emitter/Source 端子に、直接、ソケット・モジュールを接続します。
2. DUT をソケットに接続します。
3. テスト・フィクスチャのカバーを閉じて、測定を実行します。



WARNING **テスト・フィクスチャのカバーが閉じている場合、測定端子には、測定器の最大出力電圧までの危険電圧が現れる恐れがあります。**

WARNING **テスト・フィクスチャの Guard 端子は開放し、何物にも接続してはいけません。**

CAUTION ソケット・モジュールは 0 °C ～ +100 °C の温度範囲で使用してください。.

NOTE ソケット・モジュールにはショート用プレートが付属します。これは容量測定の前にショート補正をするために使用します。ショート補正の前に、このプレートをソケットにセットして、補正終了後に取り外します。

⚠ ユニバーサル・ソケット・モジュール・キット

様々な形状のパッケージ・デバイスをサポートするための、自作用ソケット・モジュール・キットです。このキットを使用して、以下のいづれかのソケット・モジュールを製作できます。

- カーブトレーサ・テスト・アダプタ・ソケット・モジュール

  Tektronix 370B/371B カーブトレーサ用にデザインされたテスト・アダプタを装着できる自作ソケット・モジュール。作成方法は、「カーブトレーサ・テスト・アダプタ・ソケット・モジュールの作成」を参照してください。

- ユニバーサル・ソケット・モジュール

  被測定デバイスのパッケージに合わせた自作ソケット・モジュール。作成方法は、「ユニバーサル・ソケット・モジュールの作成」を参照してください。別途、デバイスのパッケージに合わせたソケットが必要です。

このキットの内容物を Figure 2-2 および Table 2-4 に記します。

自作ソケット・モジュールの使用方法は、3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュールと同様です。「3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュール」を 参照してください。

Figure 2-2 **ユニバーサル・ソケット・モジュール・キット**

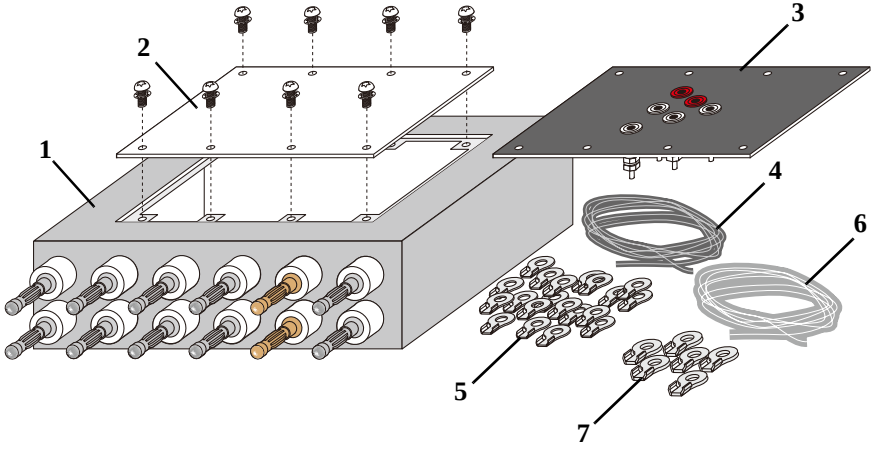


Table 2-4 ユニバーサル・ソケット・モジュール・キットの内容

番号	部品	説明	個数
1	ブランク・モジュール	ソケット・モジュールのベース。	1 個
2	ダミー・ボード	ソケット・モジュールに予め取り付けられています。ブランク・ボードを用意する代わりに、このボードを利用することもできます。	1 枚
3	カーブトレーサ・テスト・アダプタ・ソケット・ボード	ブランク・モジュールに取り付けるボード。Tektronix 370B/371B カーブトレーサ用にデザインされたテスト・アダプタを装着できるソケットを装備したソケット・ボード。	1 枚
4	ワイヤ	内部配線用。	2 m
5	ラグ端子	内部配線用。	20 個
6	大電流用ワイヤ	内部配線用。	2 m
7	大電流用ラグ端子	内部配線用。	6 個

カーブトレーサ・テスト・アダプタ・ソケット・モジュールの作成

必要工具

- T10 トルクスドライバ
- T15 トルクスドライバ
- 7 mm 開口スパナ（2 本）
- 9 mm 開口スパナ
- ラグ端子用かしめ工具 2.0sq （通常ワイヤ用）
- ラグ端子用かしめ工具 5.5sq （大電流用ワイヤ用）

手順

1. T15 トルクスドライバを用いて、ダミー・ボードを外します。

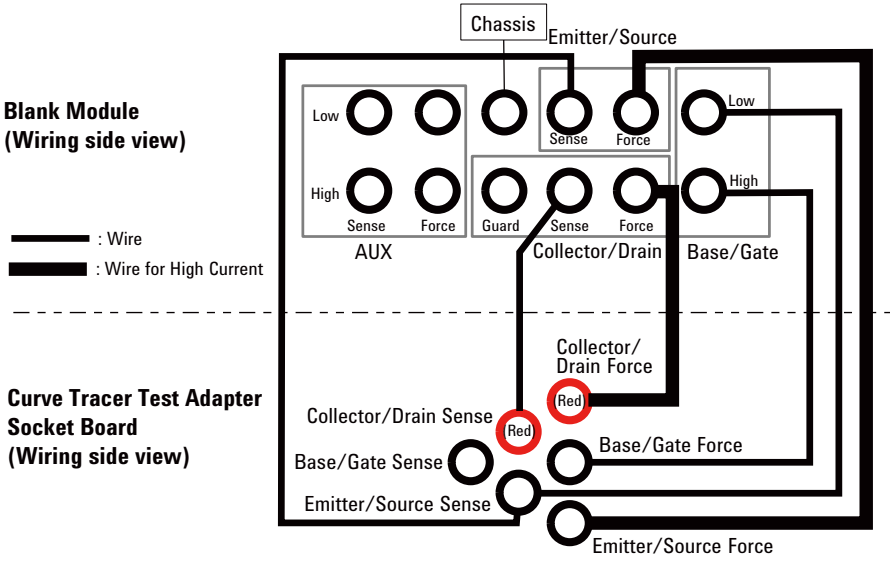
2. カーブトレーサ・テスト・アダプタ・ソケット・ボードを、ブランク・モジュールに取り付けます。ダミー・ボードを固定していたネジ、菊座を使用します。
3. T10 トルクスドライバを用いて、ブランク・モジュールのボトム・カバーを外します。
4. ワイヤおよびラグ端子を用いて、配線ケーブルを作成します。

   ワイヤを適切な長さに切断し、ワイヤ両端の被覆を必要な長さだけ剥がします。かしめ工具を使用して、ワイヤ両端にラグ端子を圧着します。

   以下の配線図を参考に必要なケーブルを作成してください。

WARNING

500A レンジ以上を使用する場合、Collector/Drain の Force 端子と Emitter/Source の Force 端子の配線には、大電流用ワイヤと大電流用ラグ端子を使用してください。



5. 配線ケーブルの一端を、ブランク・モジュール内側の端子に固定します。

   それには、端子についているネジ類を使用します。それらを外して、ワッシャ、ラグ端子、菊 座、ネジの順になるように固定します。固定する際には、9 mm 開口スパナで下側ナットが回転しないように固定し、T15 トルクスドライバでネジをしっかり締めます。

   計測器出力側の Base/Gate には、Sense 端子はありません。

6. 配線ケーブルのもう一端を、カーブトレーサ・テスト・アダプタ・ソケット・ボード裏側の端子に固定します。

   それには、端子についているナット類を使用します。それらを外して、ラグ端子、菊座、ナットの順になるように固定します。固定する際には、7 mm 開口スパナを 2 本使い、下側ナットが回転しないように固定しながら、上側ナットをしっかり締めます。

   ブランク・モジュール側の端子とソケット側の端子を十分確認し、正しい配線を行ってください。

   計測器出力側の Base/Gate の Low 端子は、カーブトレーサ・テスト・アダプタ・ソケット・ボードの Emitter/Source Sense 端子に接続します。

7. T10 トルクスドライバを用いて、ブランク・モジュールのボトム・カバーを取り付けます。

ユニバーサル・ソケット・モジュールの作成

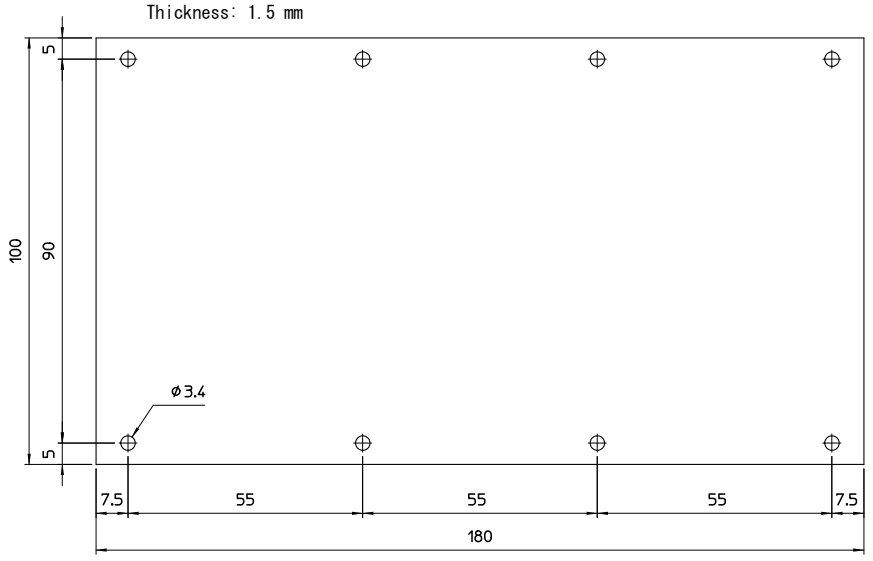
必要工具

- T10 トルクスドライバ
- T15 トルクスドライバ
- 9 mm 開口スパナ
- ラグ端子用かしめ工具 2.0sq（通常ワイヤ用）
- ラグ端子用かしめ工具 5.5sq（大電流用ワイヤ用）

別途、デバイス装着用ソケット、ブランク・ボード、ソケット取付用工具、ソケット端子配線用ネジ、ナットなどが必要です。

ブランク・ボードの寸法、固定用ネジ穴については Figure 2-3 を参照してください。

Figure 2-3 **ブランク・ボードの寸法**



手順

1. T15 トルクスドライバを用いて、ダミー・ボードを外します。
2. ブランク・ボードまたはダミー・ボードを加工し、ソケットを取り付けることで、ソケット・ボードを作成します。

WARNING

放電やアクシデントを防ぐため、ソケットの端子とシールドおよびシャーシの間には、十分なスペースを確保してください（例：最大出力 200 V で約 1 mm、3000 V で約 6 mm）。

3. ソケット・ボードを、ブランク・モジュールに取り付けます。ダミー・ボードを固定していたネジ、菊座を使用します。
4. T10 トルクスドライバを用いて、ブランク・モジュールのボトム・カバーを外します。
5. ワイヤおよびラグ端子を用いて、配線ケーブルを作成します。

   ワイヤを適切な長さに切断し、ワイヤ両端の被覆を必要な長さだけ剥がします。かしめ工具を使用して、ワイヤ両端にラグ端子を圧着します。

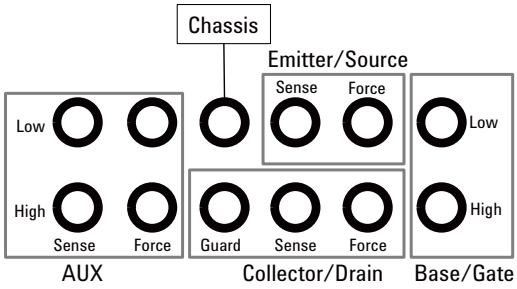
WARNING **500A レンジ以上を使用する場合、Collector/Drain の Force 端子と Emitter/Source の Force 端子の配線には、大電流用ワイヤと大電流用ラグ端子を使用してください。**

6. 配線ケーブルの一端を、ブランク・モジュール内側の端子に固定します。

   それには、端子についているネジ類を使用します。それらを外して、ワッシャ、ラグ端子、菊 座、ネジの順になるように固定します。固定する際には、9 mm 開口スパナで下側ナットが回転しないように固定し、T15 トルクスドライバでネジをしっかり締めます。

   下図は、内側から見たブランク・モジュールの端子位置を示します。

Blank Module (Wiring side view)



7. 配線ケーブルのもう一端を、ソケット・ボード裏側の端子に固定します。

   ソケットの端子にネジ類がついていない場合は、別途用意する必要があります。ブランク・モジュール側の端子とソケット側の端子を十分確認し、正しい配線を行ってください。

8. T10 トルクスドライバを用いて、ブランク・モジュールのボトム・カバーを取り付けます。

⚠ ゲートチャージ ソケット・アダプタ

このソケット・アダプタは、ゲートチャージ測定用に用意されています。このアダプタは、3 ピン インライン・パッケージのデバイスおよびその他のタイプのデバイスで使用できます。

- 3 ピン インライン・パッケージ デバイスの接続
- その他のタイプのデバイスの接続

3 ピン インライン・パッケージ デバイスの接続

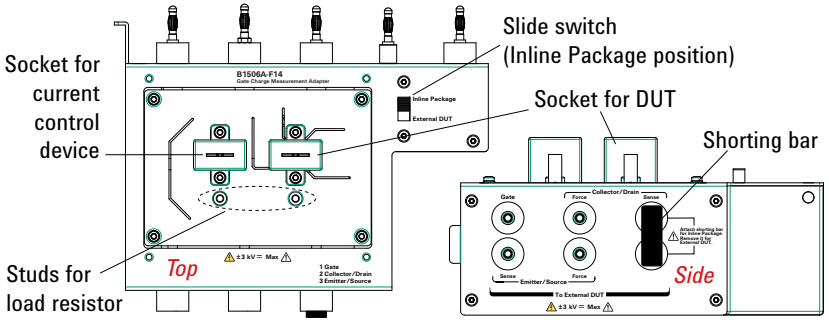
必要物

- ゲートチャージ ソケット・アダプタおよびショート用バー（アダプタに付属）
- DUT （3 ピン インライン・パッケージ デバイス）
- 電流制御デバイスまたは負荷抵抗

電流制御デバイスは DUT と同様の特性を示すことが期待される 3 ピン インライン・パッケージのデバイスでなければなりません。もしその様なデバイスが用意できない場合は、負荷抵抗を使用してください。この場合、抵抗は以下の仕様を満たしていなければなりません。

抵抗 = Vr/Ir （Vr：定格電圧、Ir：定格電流）

ピーク電力 ≥ Vr × Ir × 1 ms



手順

1. ソケット・アダプタをテスト・フィクスチャの Base/Gate、Collector/Drain、Emitter/Source、および AUX Force 端子に直接接続します。
2. ショート用バーを側面パネルの Sense 端子に接続します。
3. スライド・スイッチを Inline Package 側にします。

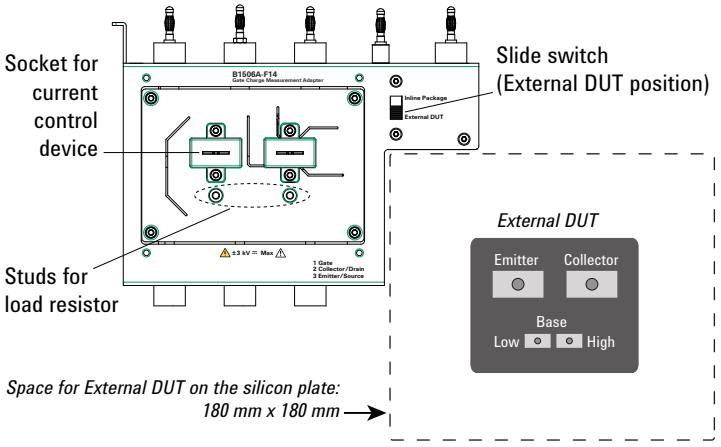
4. 電流制御デバイスを左側ソケットにセットするか、負荷抵抗（load resistor）を抵抗用スタッド間に接続します。
5. DUT を右側ソケットにセットします。
6. フィクスチャのカバーを閉じて、測定を実行します。

WARNING **テスト・フィクスチャのカバーが閉じている場合、測定端子には、測定器の最大出力電圧までの危険電圧が現れる恐れがあります。**

NOTE テスト・フィクスチャの AUX Sense 端子は開放し、何物にも接続してはいけません。

NOTE アダプタにはショート用プレートが付属します。これはゲート容量測定の前にショート補正をするために使用します。ショート補正の前に、このプレートを「DUT 用ソケット」にセットして、補正終了後に取り外します。

その他のタイプのデバイスの接続



必要物

- ゲートチャージ ソケット・アダプタ
- ブランク シリコン プレート
- 接続ワイヤ、クリップ、アダプタなど。付属アクセサリを使用します。

  バナナ ピン～ワニロクリップ（大）ワイヤを組み立てるには、接続ワイヤにバナナ ピン アダプタとクリップをネジとナットで固定します。
- DUT（3 ピン インライン・パッケージ以外の測定サンプル）
- 電流制御デバイスまたは負荷抵抗

電流制御デバイスは DUT と同様の特性を示すことが期待される 3 ピン インライン・パッケージのデバイスでなければなりません。もしその様なデバイスが用意できない場合は、負荷抵抗を使用してください。この場合、抵抗は以下の仕様を満たしていなければなりません。

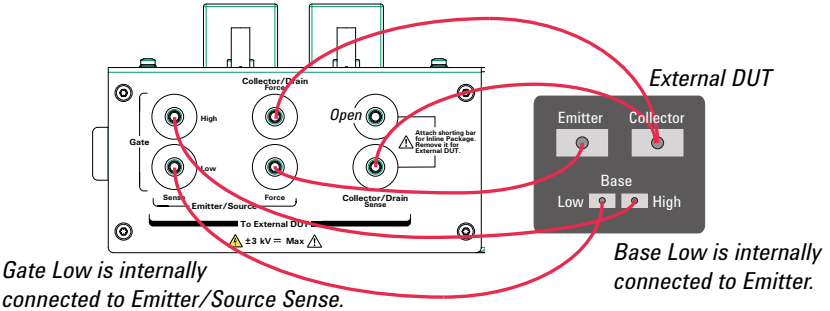
抵抗 = Vr/Ir （Vr：定格電圧、Ir：定格電流）

ピーク電力 ≥ Vr × Ir × 1 ms

手順

1. ブランク シリコン プレートをテスト・フィクスチャ上の DUT ステージにセットします。
2. ソケット・アダプタをテスト・フィクスチャの Base/Gate、Collector/Drain、Emitter/Source、および AUX Force 端子に直接接続します。
3. Sense 端子にショート用バーが接続されている場合は外します。
4. スライド・スイッチを External DUT 側にします。
5. 電流制御デバイスを左側ソケットにセットするか、負荷抵抗（load resistor）を抵抗用スタッド間に接続します。
6. External DUT の位置に DUT を置きます。約 170 mm (W) × 170 mm (D) × 130 mm (H) までの DUT を置くことができます。
7. 接続ワイヤ、クリップ、アダプタなどを使用して、側面端子に DUT を接続します。

   ケルビン接続を行うには、Force と Sense を DUT の端子において、相互接続します。
8. テスト・フィクスチャのカバーを閉じて、測定を実行します。



WARNING

テスト・フィクスチャのカバーが閉じている場合、測定端子には、測定器の最大出力電圧までの危険電圧が現れる恐れがあります。

WARNING ⚠ **測定を開始する前に、カバーがきちんと閉じられていることを確認してください。カバーからワイヤがはみ出た状態で測定を実行してはいけません。**

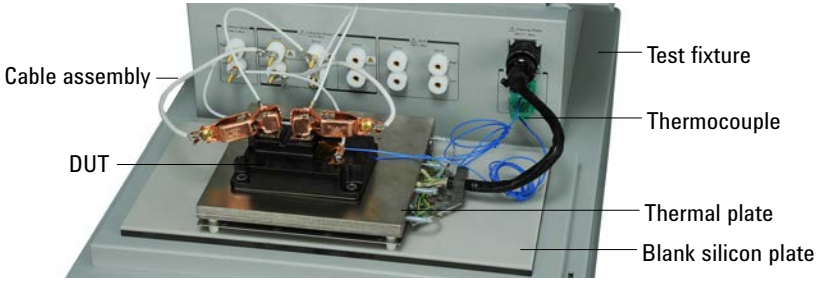
NOTE テスト・フィクスチャの AUX Sense 端子は開放し、何物にも接続してはいけません。

NOTE ゲートチャージ測定の前に、オープン／ショート補正を実行してください。Gate/Base 端子と Emitter/Source 端子を延長ケーブルの先端で開放してオープン補正を実行し、短絡してショート補正を実行します。

デバイス接続用アクセサリ

ソケット・モジュールやアダプタに接続できないデバイスを接続するには、ワイヤ、クリップ、アダプタなどを使用します。

Figure 2-4 **デバイスの接続**



上の写真では、ブランク シリコン プレートが DUT ステージにセットされ、その上には、Thermal Plate コネクタに接続された温度プレートが置かれています。また、K Thermocouple 端子に接続された熱電対が、温度をモニタする場所に置かれています。温度プレートについては inTEST Corporation にお問い合わせください。

必要物

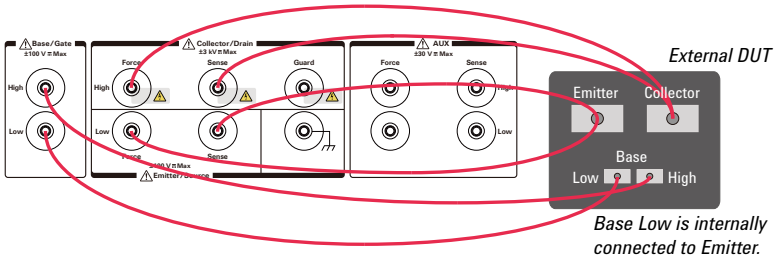
- ブランク シリコン プレート
- 接続ワイヤ、クリップ、アダプタなど。付属アクセサリを使用します。

  バナナ ピン～ワニロクリップ（大）ワイヤを組み立てるには、接続ワイヤにバナナ ピン アダプタとクリップをネジとナットで固定します。
- DUT（3 ピン インライン・パッケージ以外の測定サンプル）

手順

1. ブランク シリコン プレートをテスト・フィクスチャの DUT ステージにセットします。
2. シリコンプレートの上に DUT を置きます。約 330 mm (W) × 170 mm (D) × 130 mm (H) までの DUT を置くことができます。
3. 接続ワイヤ、クリップ、アダプタなどを使用して、テスト・フィクスチャの測定端子に DUT を接続します。

   ケルビン接続を行うには、Force と Sense を DUT の端子において、相互接続します。
4. テスト・フィクスチャのカバーを閉じて、測定を実行します。



WARNING **テスト・フィクスチャのカバーが閉じている場合、測定端子には、測定器の最大出力電圧までの危険電圧が現れる恐れがあります。**

WARNING **Guard 端子には High Force、High Sense と同じ電位が現れます。デバイスのドレイン／コレクタ端子付近まで、ガードを延長することで、ケーブルによって生じる漏れ電流を軽減することができます。**

感電、測定器の損傷、DUT の損傷を防ぐために、ケーブルの末端でガードを開放してください。何物にも接続してはいけません。

WARNING ⚠ **測定を開始する前に、カバーがきちんと閉じられていることを確認してください。カバーからワイヤがはみ出た状態で測定を実行してはいけません。**

CAUTION High、High Force、High Sense、Guard 端子を、Circuit Common 端子やフレームグランド端子を含む、いかなる出力にも接続しないでください。接続されたものにダメージを与える恐れがあります。

熱電対

温度をモニタするには、熱電対を使用します。B1506A には熱電対 2 個が付属されています。セットアップのイメージについては Figure 2-4 を参照してください。

1. 熱電対を K Thermocouple 端子に接続します。
2. 熱電対の先端を温度をモニタする場所に固定します。

温度プレート

DUT の温度を制御するには、テスト・フィクスチャに温度プレートを接続します。セットアップのイメージについては Figure 2-4 を参照してください。

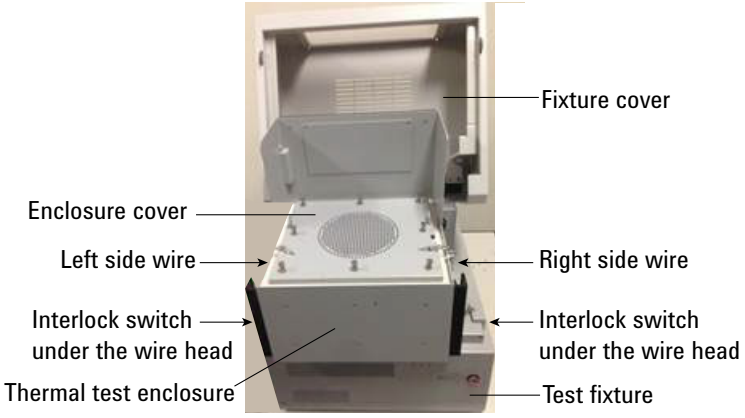
1. ブランク シリコン プレートをテスト・フィクスチャの DUT ステージにセットします。
2. シリコンプレートの上に、温度プレートを置きます。
3. 温度プレートのケーブルを、テスト・フィクスチャの Thermal Plate コネクタに接続します。
4. 温度プレートの上に、DUT を置きます。約 160 mm (W) × 160 mm (D) × 100 mm (H) までの DUT を置くことができます。
5. 「デバイス接続用アクセサリ (p. 2-27)」を参照して、DUT を接続します。ゲートチャージ測定を行う場合は「その他のタイプのデバイスの接続 (p. 2-25)」を参照してください。
6. 熱電対を使用する場合は「熱電対 (p. 2-29)」を参照して、熱電対をセットします。
7. 温度コントローラのケーブルを、テスト・フィクスチャ背面の Thermal Plate コネクタに接続します。
8. テスト・フィクスチャのカバーを閉じて、測定を実行します。

温度プレートについては inTEST Corporation にお問い合わせください。

⚠ サーモストリーム

DUT の温度を制御するために、サーモストリーム を使用することができます。セットアップのイメージについては、下図を参照してください。

サーモストリームをテスト・フィクスチャにセットするには、B1506A-T01 温度テスト・エンクロージャ（Thermal test enclosure）が必要です。



1. 温度テスト・エンクロージャをテスト・フィクスチャの Base/Gate、Collector/Drain、Emitter/Source、AUX Force 端子に直接接続します。
2. ネジを緩めてエンクロージャ・カバー（Enclosure cover）を外します。
3. エンクロージャ内に DUT を置きます。約 220 mm (W) × 180 mm (D) × 120 mm (H) までの DUT を置くことができます。

   3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュールを使用する場合は、ソケット・モジュールをエンクロージャ内の Base/Gate、Collector/Drain、Emitter/Source 端子に直接接続します。
4. 「デバイス接続用アクセサリ (p. 2-27)」を参照して、DUT をエンクロージャ内の測定端子に接続します。

   3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュールを使用する場合は、DUT をソケットにセットします。
5. 熱電対を使用する場合は「熱電対 (p. 2-29)」を参照して、熱電対をセットします。
6. エンクロージャ・カバーをセットして、エンクロージャ本体とカバーの間、特に Thermocouple と書かれたスリット部分に隙間ができないように、カバーをネジで固定します。

   熱電対を使用する場合は、熱電対をスリットに通してください。熱電対 2 本を使う場合は、互いに重なり合わないように調整してください。
7. エンクロージャ・カバーに、サーモストリームをセットします。

サーモストリームの吹き出し口が水平になるように、かつエンクロージャ・カバーとの間に隙間ができないように調整してください。

エンクロージャの後方横にある Purge Air Inlet と書かれた吸気口に、サーモストリームのパージエア（purge air）チューブを取り付けてください。

8. エンクロージャ左側ワイヤ（Left side wire）のヘッド部分を、テスト・フィクスチャのインターロック・スイッチ（Interlock switch）のスリットに合わせて、押し込みます。
9. エンクロージャ右側ワイヤ（Right side wire）のヘッド部分を、テスト・フィクスチャのインターロック・スイッチ（Interlock switch）のスリットに合わせて、押し込みます。
10. テスト・フィクスチャのカバーを閉じないで、測定を実行します。

サーモストリームについては、inTEST Corporation にお問い合わせください。

WARNING ⚠ **サーモストリームを動作させることによって、エンクロージャのカバーや前面、左右の保護パネルは、低温または高温（-50 °C ～ +250 °C）になる恐れがあります。負傷することの無いように、エンクロージャに触れる前には、安全な温度になっていることを確認してください。**

WARNING ⚠ **エンクロージャ左右のワイヤ・ヘッド（To Slit）がインターロック・スイッチのスリットにセットされている場合、測定端子には、測定器の最大出力電圧までの危険電圧が現れる恐れがあります。**

WARNING **テスト・フィクスチャの Guard 端子は開放し、何物にも接続してはいけません。**

CAUTION エンクロージャの背面を結露させないでください。接続ケーブルやコネクタを濡らすと、測定器が故障する恐れがあります。

CAUTION 3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュールを使用する場合は、0 °C ～ +100 °C を超える温度に設定しないでください。ソケット・モジュールを破損する恐れがあります。

CAUTION ⚠ Purge Air Inlet（パージ用吸気口）

結露を防ぐため、この吸気口にサーモストリームのパージエア・チューブを必ず取り付けてください。

メンテナンス

良好な状態で本器をお使いいただくために、定期的にメンテナンスを行うことをお勧めします。

クリーニング

クリーニングを行うまえに、本器の電源スイッチをオフし、リアパネルから電源コードを抜き取ってください。クリーニングには、乾いた布または固く絞った布を使用してください。

感電事故の原因となる恐れがありますので、電源スイッチをオンにした状態での作業や、水にぬれた布の使用は、絶対に避けてください。

自己診断

動作確認を行うために、本器には次の機能が備えられています。必要に応じて実行してください。測定端子を開放してから実行してください。

- セルフテスト（self-test）
- セルフ キャリブレーション（self calibration）
- 診断（diagnosis）

問題がある場合は、お近くのキーサイト・テクノロジーにご連絡ください。

NOTE ⚠ Interlock Open/Close テストと High Voltage LED テスト

インターロック機能は、測定端子に接触可能な状態での最大出力電圧を ± 42 V に制限します。安全性上、少なくとも 1 日 1 回、電源投入後、使用開始前に診断を実施してください。

校正

本器が仕様を満たして、良好な状態で動作を続けるには、定期的に校正および調整を行う必要があります。少なくとも一年に一度の定期校正をお勧めします。校正および調整は、トレーニングを受けた弊社サービス・エンジニアが行います。お近くのキーサイト・テクノロジーにご連絡ください。

サービス・センターに送る前に

本器をサービス・センターに送る場合、その前に次のことを実施してください。

- データのバックアップ
- モジュール・スロットの確認
- 装置とアクセサリの発送

データのバックアップ

内蔵ハード ディスク ドライブ（HDD）にトラブルが生じた場合、HDD に保存されているすべてのデータを失うことになります。従って、定期的にバックアップを行うことが大切です。

本器をサービス・センターに送る前に HDD 内のデータをバックアップしてください。そして、バックアップ メディアを大切に保管してください。修理から戻った本器のデータ リカバリが必要になるかもしれません。

HDD が交換された場合、最新リビジョンのソフトウェアがインストールされて返されることがあります。

モジュール・スロットの確認

プラグイン・モジュールを取り外さないでください。全モジュールが装着された状態で、本器を送ってください。モジュールだけの修理、校正はできません。

モジュールの抜き差しを行うと、仕様は保証されなくなります。弊社サービス・センターで校正を行うことによって、仕様は保証されます。

装置とアクセサリの発送

サービスの実施にはメインフレーム、テスト・フィクスチャ、すべての接続ケーブルが必要です。これらを揃えてサービス・センターに送ってください。詳細については、サービス・センターにお問い合わせください。

WARNING ⚠ **感電事故を起こすことの無いよう、接続ケーブルを取り外す前には本器の電源をオフし、電源ケーブルを外してください。**

3 測定してみましょう

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

本章は Keysight B1506A および Keysight Easy Test Navigator ソフトウェアを用いてパワーデバイスの測定を実行する方法を説明しています。以下のセクションで構成されています。

- データシート特性測定を実行してみましょう

  データシート特性測定ソフトウェアを使用して測定を行う方法について解説します。

- I/V 測定を実行してみましょう

  I/V 測定ソフトウェアを使用して測定を行う方法について解説します。

- キャパシタンス測定を実行してみましょう

  キャパシタンス測定ソフトウェアを使用して測定を行う方法について解説します。

- ゲートチャージ測定を実行してみましょう

  ゲートチャージ測定ソフトウェアを使用して測定を行う方法について解説します。

- パワーロス計算を実行してみましょう

  パワーロス計算ソフトウェアを使用してパワーロスを計算する方法について解説します。

- 測定中の温度モニタ／制御をしてみましょう

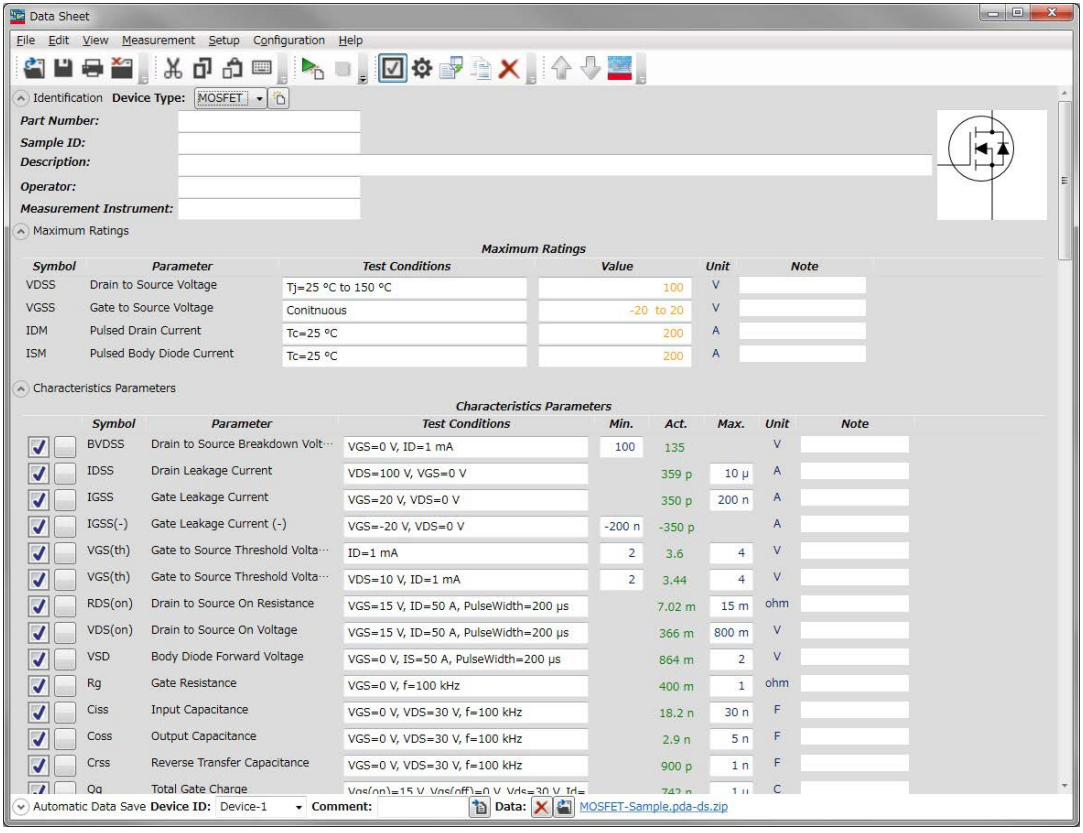
  温度モニタ／コントロール ソフトウェアを使用して温度をモニタあるいは制御する方法について解説します。

データシート特性測定を実行してみましょう

ここではデータシート特性測定ソフトウェアを用いてデバイス・パラメータおよび特性の測定を行う方法について解説します。

データシート特性測定ソフトウェアは、使い慣れたデータシートと同様のフォーマットを使用して測定項目、測定条件等の設定、測定の実行、測定結果の表示を行うシンプルな測定環境を提供します。

Figure 3-1 データシート特性測定ソフトウェア



測定の準備

WARNING **テストリードの接続あるいは抜き取りを行う前に、本器の出力をオフ状態にしてください。**

出力をオフするには、フロント・パネル上の Stop キーを押します。そして High Voltage（高電圧警告）インジケータの消灯を確認します。

WARNING **出力印加中に DUT の接続、取り外しを行わないでください。感電事故や DUT 破壊の恐れがあります。**

測定終了後、DUT に触れる場合には、残留電荷および発熱への対策を講じてください。感電事故ややけどを防ぐには、手袋や工具を使用すること、十分な時間放置することなども有効な対策のひとつです。

Step 1. 測定器の電源をオンする前に、テスト・フィクスチャおよび測定サンプル（DUT）に応じて必要な 3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュール、ゲートチャージ ソケット・アダプタ、またはその他のデバイス接続用アクセサリを準備します。

テスト・フィクスチャおよび必要な DUT 接続用モジュール、アダプタ、アクセサリについては以下のセクションを参照してください。

- テスト・フィクスチャを接続する (p. 2-10)
- 3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュール (p. 2-17)
- ユニバーサル・ソケット・モジュール・キット (p. 2-18)
- ゲートチャージ ソケット・アダプタ (p. 2-24)
- デバイス接続用アクセサリ (p. 2-27)

Step 2. テスト・フィクスチャを接続します。

接続方法については「テスト・フィクスチャを接続する (p. 2-10)」を参照してください。

NOTE 測定中の温度のモニタおよび制御を行う場合は、必要な接続と操作を行います。「測定中の温度モニタ／制御をしてみましょう (p. 3-50)」を参照してください。

Step 3. 測定器の電源をオンします。
測定サンプル（DUT）も準備しますが、この時点ではまだ接続はしません。

Step 4. キャパシタンス測定時の測定系の補正データを取得します。

NOTE

キャパシタンス測定ソフトウェアは、最後に取得した補正データを保持しています。従って、今回の測定と同等の測定系で補正データの取得をし、その後別の測定系の補正データを取得していない場合はこのステップをスキップすることができます。

1. キャパシタンス測定時に DUT を接続するための 3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュールまたはその他のデバイス接続用アクセサリをテスト・フィクスチャに接続します。この時 DUT は接続しません。
2. ソフトウェア・パレットの Capacitance Measurement アイコン  をクリックします。キャパシタンス測定ソフトウェア（Figure 3-3）が起動します。
3. ツールバーの Start Calibration... ボタンをクリックして、測定系の補正データ測定を実行します。

表示されるダイアログの指示に従って、オープンおよびショートの補正データを取得します。

Step 5. ゲートチャージ測定時の測定系の補正データを取得します。

NOTE

ゲートチャージ測定ソフトウェアは、最後に取得した補正データを保持しています。従って、今回の測定と同等の測定系で補正データの取得をし、その後別の測定系の補正データを取得していない場合はこのステップをスキップすることができます。

1. ゲートチャージ測定時に DUT を接続するためのゲートチャージ ソケット・アダプタまたはその他のデバイス接続用アクセサリをテスト・フィクスチャに接続します。この時 DUT は接続しません。
2. ソフトウェア・パレットの Gate Charge Measurement アイコン  をクリックします。ゲートチャージ測定ソフトウェア（Figure 3-4）が起動します。
3. ツールバーの Start Calibration... ボタンをクリックして、測定系の補正データ測定を実行します。

表示されるダイアログの指示に従って、オープンおよびショートの補正データを取得します。

測定の実行

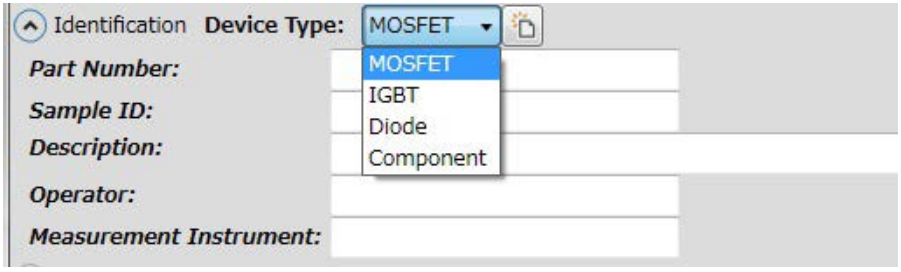
以下の手順で測定を実行します。

NOTE ここでは MOSFET の測定例を示します。

Step 1. ソフトウェア・パレットの Datasheet Characterization アイコン をクリックします。データシート特性測定ソフトウェア（Figure 3-1）が起動します。

Step 2. 測定サンプル（DUT）のデバイス・タイプの選択と、対応するテンプレートの読み込みを行います。

テンプレートはデータシート特性測定ソフトウェア専用の設定・測定データ・ファイルであり、本書では ETN DS ファイルと表現しています。

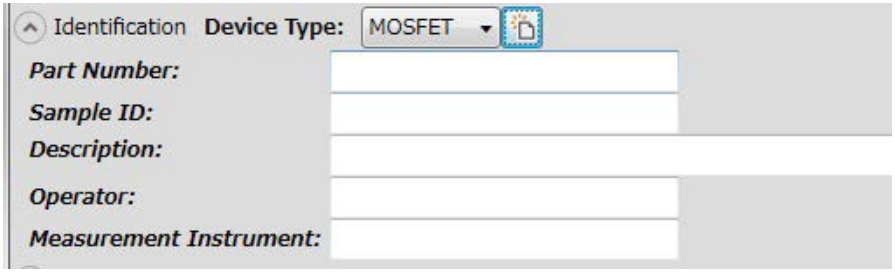


1. ワークエリア上部の Device Type ドロップダウン・リストで、測定サンプル（DUT）のデバイス・タイプを選択します。

   ここでは MOSFET を選択します。

2. New Datasheet ボタン をクリックします。

Step 3. デバイス識別情報の入力



ワークエリア上部 Identification 領域を用いて、デバイス識別情報を入力します。以下の情報を入力することができます。

Part Number 測定サンプル（DUT）のパーツ番号

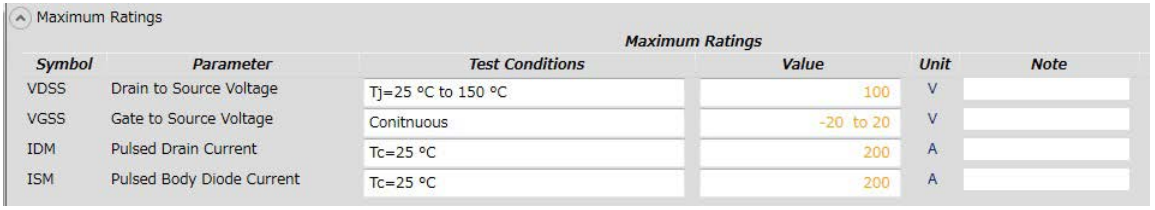
Sample ID 測定サンプル（DUT）の個体識別名

Description 測定サンプル（DUT）の説明等

Operator 測定を行ったオペレータの情報

Measurement Instrument 測定に用いた測定器の情報

Step 4. DUT の最大定格パラメータの設定


Maximum Ratings

Maximum Ratings

Symbol	Parameter	Test Conditions	Value	Unit	Note
VDSS	Drain to Source Voltage	Tj=25 °C to 150 °C	100	V	
VGSS	Gate to Source Voltage	Conitnuous	-20 to 20	V	
IDM	Pulsed Drain Current	Tc=25 °C	200	A	
ISM	Pulsed Body Diode Current	Tc=25 °C	200	A	

Maximum Ratings 領域に設定されている最大定格パラメータとその設定値を確認して必要に応じて変更します。

設定された最大定格パラメータ値は、Characteristics Parameters 領域および Characteristics Graphs 領域における、設定値の制限として機能します。

Symbol 定格パラメータのシンボル

シンボルをクリックすると編集可能になります。

Parameter 定格パラメータ名

定格パラメータ名をクリックすると編集可能となります。

Test Condition 定格条件

定格条件をクリックすると編集可能となります。展開された編集用フィールドを閉じるには、Close ボタン をクリックします。

Value 最大定格値

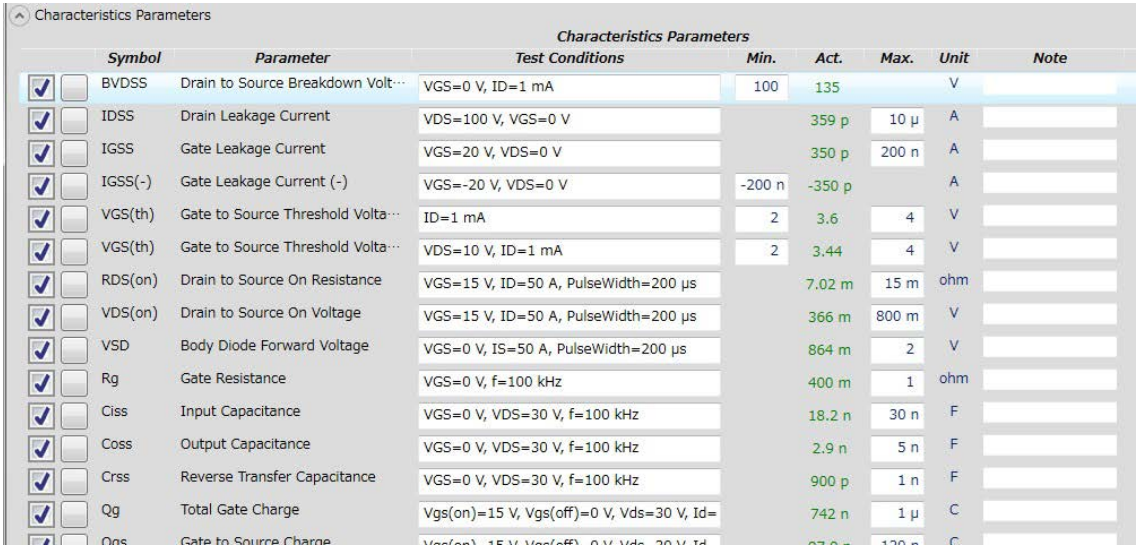
定格値をクリックすると編集可能となります。展開された編集用フィールドを閉じるには、Close ボタン をクリックします。

測定してみましょう
データシート特性測定を実行してみましょう

Note 備考

フィールドをクリックすると編集可能となります。

Step 5. 測定を実行する特性パラメータの選択と測定条件の入力


Characteristics Parameters

Characteristics Parameters

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Act.	Max.	Unit	Note
BVDSS	Drain to Source Breakdown Volt…	VGS=0 V, ID=1 mA	100	135		V	
IDSS	Drain Leakage Current	VDS=100 V, VGS=0 V		359 p	10 µ	A	
IGSS	Gate Leakage Current	VGS=20 V, VDS=0 V		350 p	200 n	A	
IGSS(-)	Gate Leakage Current (-)	VGS=-20 V, VDS=0 V	-200 n	-350 p		A	
VGS(th)	Gate to Source Threshold Volta…	ID=1 mA	2	3.6	4	V	
VGS(th)	Gate to Source Threshold Volta…	VDS=10 V, ID=1 mA	2	3.44	4	V	
RDS(on)	Drain to Source On Resistance	VGS=15 V, ID=50 A, PulseWidth=200 µs		7.02 m	15 m	ohm	
VDS(on)	Drain to Source On Voltage	VGS=15 V, ID=50 A, PulseWidth=200 µs		366 m	800 m	V	
VSD	Body Diode Forward Voltage	VGS=0 V, IS=50 A, PulseWidth=200 µs		864 m	2	V	
Rg	Gate Resistance	VGS=0 V, f=100 kHz		400 m	1	ohm	
Ciss	Input Capacitance	VGS=0 V, VDS=30 V, f=100 kHz		18.2 n	30 n	F	
Coss	Output Capacitance	VGS=0 V, VDS=30 V, f=100 kHz		2.9 n	5 n	F	
Crss	Reverse Transfer Capacitance	VGS=0 V, VDS=30 V, f=100 kHz		900 p	1 n	F	
Qg	Total Gate Charge	Vgs(on)=15 V, Vgs(off)=0 V, Vds=30 V, Id=		742 n	1 µ	C	
Qgs	Gate to Source Charge					C	

Characteristics Parameters 領域には、既に定義されている特性パラメータがリストされます。各特性パラメータは 1 つの測定項目に対応しています。

1. 測定実行対象項目を選択します。それには、その項目が定義されている行の左端にあるチェックボックスをチェックします。
2. 各行に設定されている測定条件を確認して、必要に応じて変更します。

実行優先度 チェックボックスの右側のボタンをクリックすると、測定実行の優先度を設定することができます。

: 最優先
: 第二優先
: 第三優先

Symbol 特性パラメータのシンボル

シンボルをクリックすると編集可能となります。

Parameter 特性パラメータ名

特性パラメータ名をクリックすると編集可能となります。

Test Conditions	特性パラメータ測定条件 フィールドをクリックすると編集可能となります。展開された編集用フィールドを閉じるには、Close ボタン をクリックします。
Min.	特性パラメータの期待値の下限 値をクリックすると編集可能となります。 期待値に下限がない場合は空欄にします。
Act.	特性パラメータの測定値 測定値が Max. および Min. で指定した期待値の範囲外の場合、斜体および赤字で表示されます。
Max.	特性パラメータの期待値の上限 値をクリックすると編集可能となります。 期待値に上限がない場合は空欄にします。
Note	備考 フィールドをクリックすると編集可能となります。

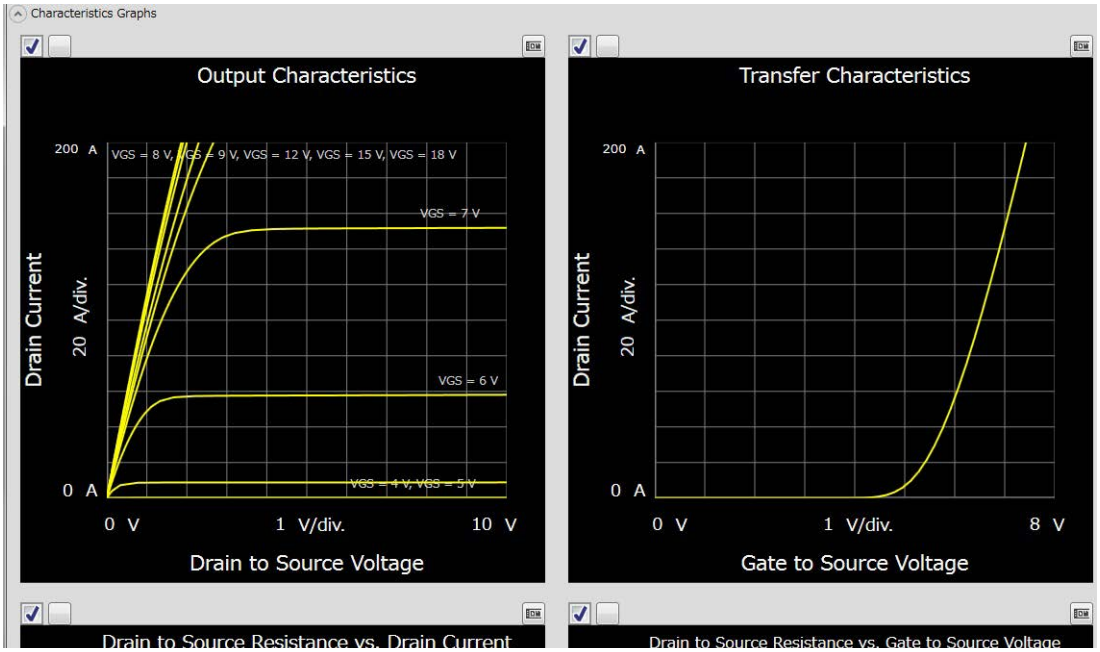
NOTE **同一測定項目に異なる条件を設定するには**

同じ測定項目に対して、異なる測定条件を設定するには次のようにします。

1. 測定項目の行の空白部分または表示領域をクリックして、その行をハイライトします。
2. ツールバーの Duplicate ボタン をクリックします。

   その測定項目の複製が、すぐ下の行に追加されます。
3. 測定条件等を変更します。

Step 6. 測定を実行する特性グラフの選択と設定



Characteristics Graphs 領域には、既に定義されている測定項目に対応する特性グラフが表示されます。各特性グラフは 1 つの測定項目に対応しています。

1. 測定実行対象項目を選択します。それには、その項目が定義されているグラフ領域の左上にあるチェックボックスをチェックします。
2. Characteristics Parameters 領域の特性パラメータの設定と同様に、必要に応じて、チェックボックス右側のボタンを用いて実行優先度を設定します。
3. グラフの X 軸および Y 軸の最大値、最小値を確認して、必要に応じて変更します。値をクリックすると編集可能となります。

   電圧／電流出力に対応した軸の場合、軸の表示範囲が測定実行時の出力範囲となります。
4. 特性グラフのタイトル、X 軸および Y 軸のラベルを確認して、必要に応じて変更します。文字列をクリックすると編集可能となります。

Step 7. Start Measurement ツール・ボタン  をクリックします。

Connection ダイアログ・ボックスが表示されたら、以下の手順を行います。



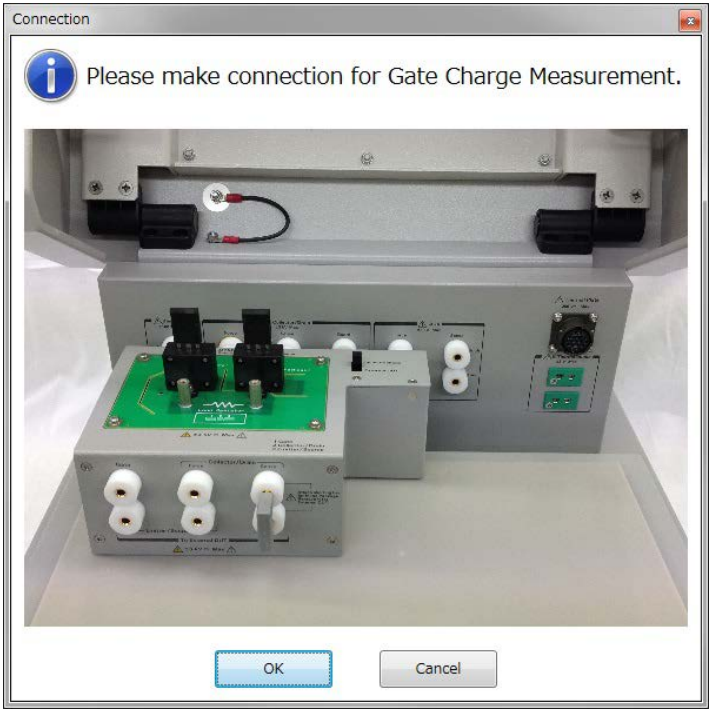
1. デバイス接続用アクセサリをテスト・フィクスチャにセットします。
2. 測定サンプル（DUT）をデバイス接続用アクセサリにセットします。
3. テスト・フィクスチャのカバーを閉じます。
4. OK ボタンをクリックします。I/V 測定およびキャパシタンス測定に関連する項目の測定が実行されます。

各測定項目の実行順については「測定の実行順序 (p. 4-15)」を参照してください。

測定中に Stop Measurement ツール・ボタン をクリックすると測定は中止します。

各測定項目の測定が終了すると、Characteristics Parameters 領域の対応する特性パラメータの Act. 表示領域または Characteristics Graphs 領域の対応する特性グラフに測定結果が表示されます。

Step 8. I/V 測定およびキャパシタンス測定が終了すると、接続変更を促す Connection ダイアログ・ボックスが表示されます。以下の手順を行います。



1. テスト・フィクスチャのカバーを開いて、デバイス接続用アクセサリをテスト・フィクスチャから外します。
2. ゲートチャージ ソケット・アダプタをテスト・フィクスチャにセットします。
3. 測定サンプル（DUT）をゲートチャージ ソケット・アダプタにセットします。
4. テスト・フィクスチャのカバーを閉じます。
5. OK ボタンをクリックします。ゲートチャージ測定が実行されます。

各測定項目の実行順については「測定の実行順序 (p. 4-15)」を参照してください。

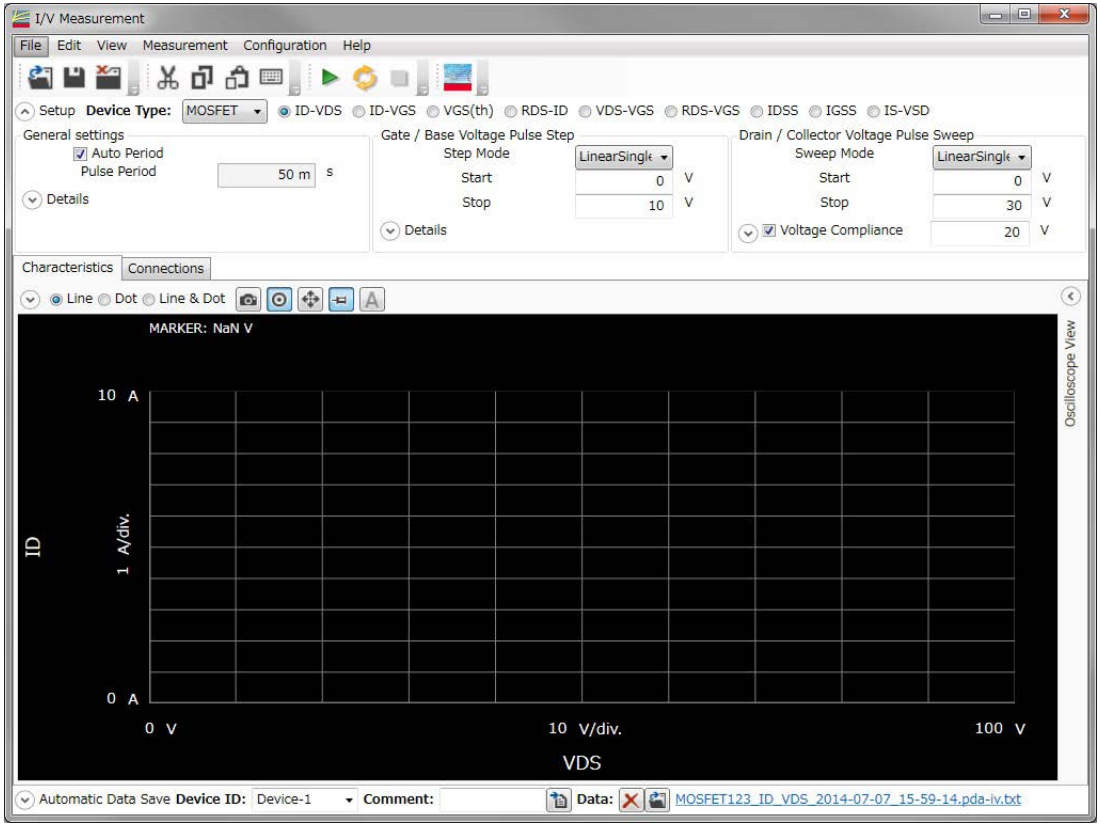
Step 9. すべての測定が終了すると、全測定項目の設定・測定データは ETN DS ファイルに自動的に保存されます。ETN DS ファイルは、データシート特性測定ソフトウェア専用の設定・測定データ・ファイルです。

I/V 測定を実行してみましょう

ここでは I/V 測定ソフトウェアを使用した測定の方法について解説します。以下のセクションで構成されています。

- 測定の準備
- 測定の実行
- 電圧／電流波形の観測
- 設定パラメータ

Figure 3-2　　I/V 測定ソフトウェア



測定の準備

WARNING テストリードの接続あるいは抜き取りを行う前に、本器の出力をオフ状態にしてください。

出力をオフするには、フロント・パネル上の **Stop** キーを押します。そして **High Voltage**（高電圧警告）インジケータの消灯を確認します。

WARNING 出力印加中に **DUT** の接続、取り外しを行わないでください。感電事故や **DUT** 破壊の恐れがあります。

測定終了後、**DUT** に触れる場合には、残留電荷および発熱への対策を講じてください。感電事故ややけどを防ぐには、手袋や工具を使用すること、十分な時間放置することなども有効な対策のひとつです。

Step 1. 測定器の電源をオンする前に、テスト・フィクスチャおよび測定サンプル（DUT）に応じて 3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュールおよびその他のアクセサリを準備して接続します。

接続方法については、以下のセクションを参照してください。

- テスト・フィクスチャを接続する (p. 2-10)
- 3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュール (p. 2-17)
- ユニバーサル・ソケット・モジュール・キット (p. 2-18)
- デバイス接続用アクセサリ (p. 2-27)

Step 2. 測定器の電源をオンして、その後 DUT を接続します。

ダイオードが DUT の場合、Collector/Drain 端子にカソードを Emitter/Source 端子にアノードを接続します。

NOTE 測定中の温度のモニタおよび制御を行う場合は、必要な接続と操作を行います。「測定中の温度モニタ／制御をしてみましょう (p. 3-50)」を参照してください。

測定の実行

NOTE ここでは、MOSFET の ID-VDS 特性の測定例を示します。

以下の手順で測定を実行します。

Step 1. ソフトウェア・パレットの I/V Measurement アイコン  をクリックします。I/V 測定ソフトウェア（Figure 3-2）が起動します。

Step 2. ワークエリアの Setup 領域で測定サンプル（DUT）のタイプと測定項目を選択します。



- デバイス・タイプの選択

  Device Type ドロップダウン・リストでデバイスのタイプを選択します。

  ここでは MOSFET を選択します。

- 測定項目の選択

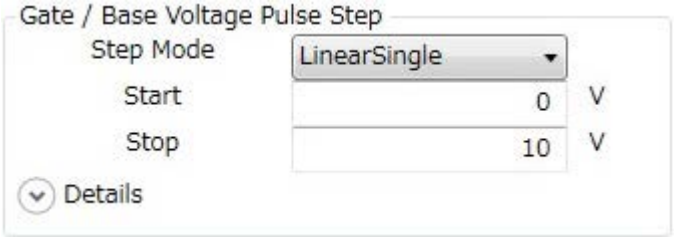
  Device Type の設定値（この例では MOSFET）右側に表示されるラジオ・ボタンを用いて、測定項目を選択します。

  ここでは ID-VDS を選択します。

選択可能なデバイス・タイプおよびその測定項目は Table 3-1 (p. 3-23) を参照してください。

デバイス・タイプおよび測定項目を選択することによって、Setup 領域に表示される設定項目が自動的に切り替わります。

Step 3. Setup 領域の中央付近 Gate/Base Voltage Pulse Step で MOSFET のゲート側の設定条件を選択および入力します。



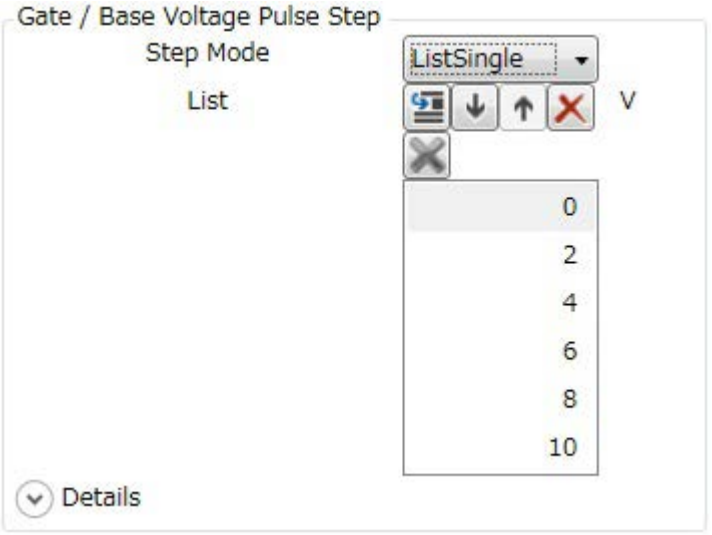
- Step Mode

  Step Mode ドロップダウン・リストでパルス電圧出力のステップ・モードを選択します。

  LinearSingle Start 値から Stop 値に等間隔ステップで出力します。

  ListSingle 各ステップの出力値を List に入力して指定します。List の上ステップ値から順番に出力します。

  この例では ListSingle を選択します。



- ステップ値の変更

  List のステップ値をクリックすると編集可能となります。

- 新しいステップ値の挿入

  挿入したいポイントの直後のステップ値を選択して挿入ボタン をクリックします。

- ステップ値の出力順の変更

  上下移動ボタン で選択したステップ値の順番を変更します。

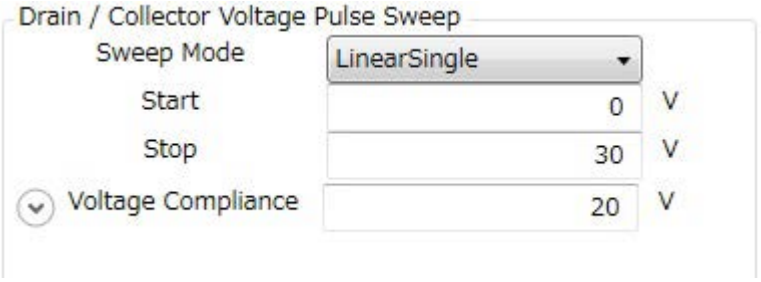
- ステップ値の削除

  削除ボタン で選択したステップ値を削除します。

Details ボタンをクリックすると領域が拡大しさらに詳しい条件の設定変更をすることができます。

設定項目の詳細については Setup (p. 4-47) を参照してください。

Step 4. **Setup** ワークエリアの Setup 領域右側の Drain/Collector Voltage Pulse Sweep で MOSFET のドレイン側の設定条件を選択および入力します。



掃引モード、掃引スタート値、掃引ストップ値、電圧コンプライアンスを設定します。

- Sweep Mode

  ドロップダウン・リストで掃引モードの選択をします。

  LinearSingle Start（掃引スタート値）から Stop（掃引ストップ値）まで片道リニア掃引します。

  LogSingle Start（掃引スタート値）から Stop（掃引ストップ値）まで片道ログ掃引します。

  LinearDouble Start（掃引スタート値）と Stop（掃引ストップ値）間で往復リニア掃引します。

LogDouble Start（掃引スタート値）から Stop（掃引ストップ値）間で往復ログ掃引します。

- Start、Stop

  Start に掃引スタート値を Stop に掃引ストップ値を入力します。

- Voltage Compliance

  電圧コンプライアンス値を入力します。

  測定中にドレインに接続した測定ユニットの出力がここで指定した電圧を超えると出力を停止します。

Details ボタンをクリックすると領域が拡大し、さらに詳しい設定をすることができます。

設定項目の詳細については Setup (p. 4-47) を参照してください。

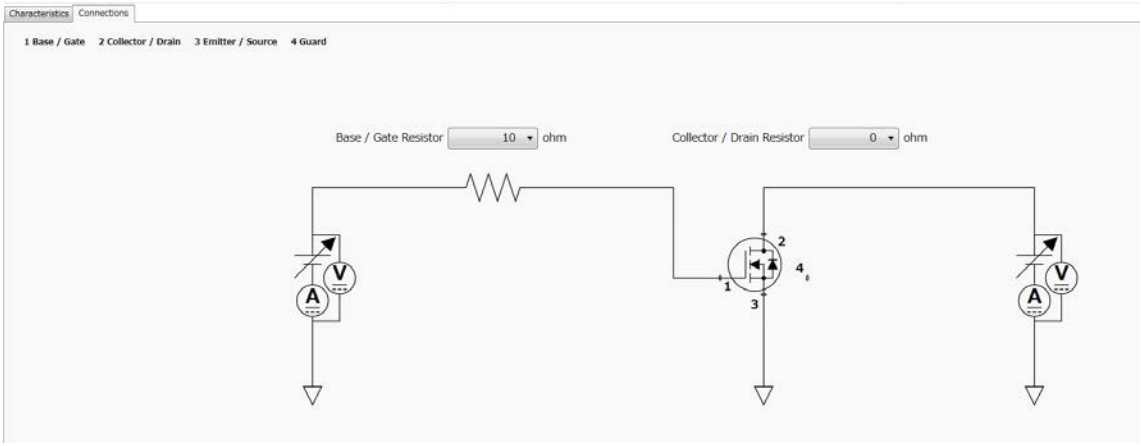
Step 5. Setup ワークエリア左側の General settings でパルス出力測定に関する設定条件を入力します。



Auto Period パルス周期の自動調整機能。
有効にするにはチェックボックスをチェックします。

Pulse Period パルス周期。
ただし Auto Period が有効の場合は、パルス周期はここでの設定に関係なくパルス幅に応じた最短の値に自動設定されます。

Step 6. Connections タブをクリックして Connections 領域を表示します。



Connections 領域では、測定回路図の確認ができます。

また測定時にデバイスが発振した場合の抑止や過電流の抑止に効果的なゲート抵抗／ドレイン抵抗の選択を行う事ができます。

- Base/Gate Resistor

  このドロップダウン・リストを用いてゲート抵抗値を選択できます。
  ゲート抵抗は大電流測定時に発生する可能性のあるデバイスの発振の抑止に有効です。

NOTE

ゲート抵抗の選択はゲートに接続する測定リソースが MCSMU の場合に可能になります。

この例の場合（デバイス・タイプが MOSFET、測定項目が ID-VDS）、ゲートに接続する測定リソースはデフォルトで MCSCU が使用されるため、ゲート抵抗の選択が可能です。

- Collector/Drain Resistor

  このドロップダウン・リストを用いて接続するドレイン抵抗値を選択できます。
  ドレイン抵抗はブレイクダウン測定時に発生する可能性のある過電流の抑止に有効です

NOTE

ドレイン抵抗の選択はドレインに接続する測定リソースが HVSMU の場合に可能になります。

この例の場合（デバイス・タイプが MOSFET、測定項目が ID-VDS）、ドレインに接続する測定リソースはデフォルトで UHCU が使用されるため、ドレイン抵抗は 0 Ω となります。

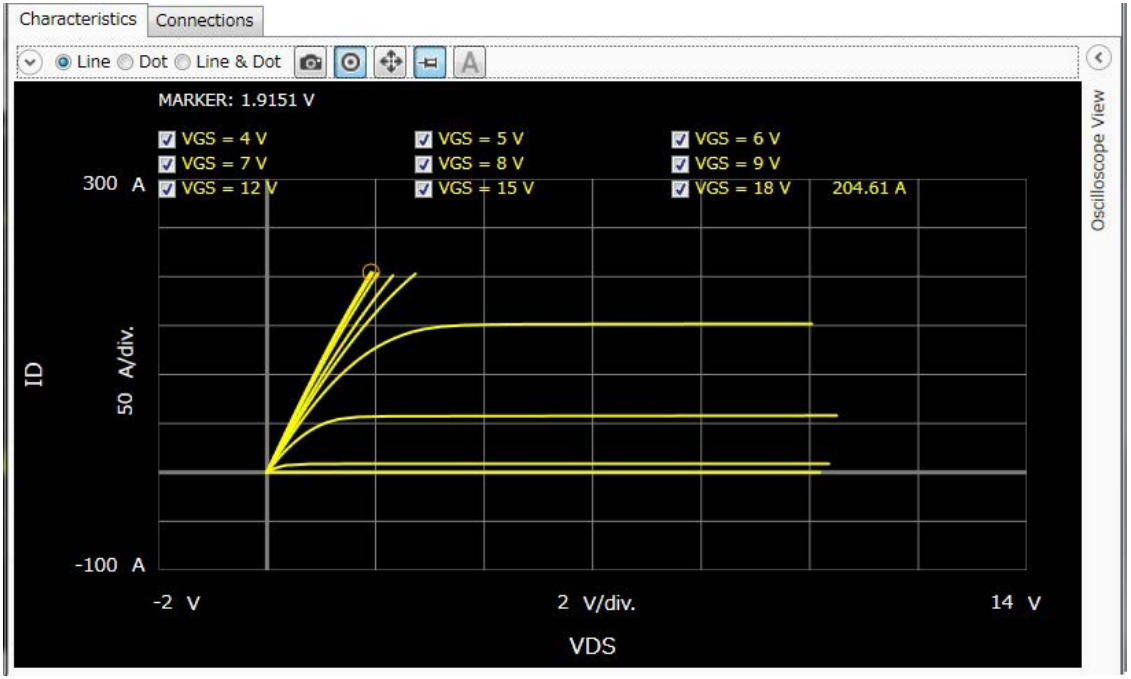
Step 7. Start Measurement ツール・ボタン をクリックします。

または Repeat Measurement ツール・ボタン をクリックすると繰り返し測定を開始します。

測定中に Stop Measurement ツール・ボタン をクリックすると測定は中止します。

Step 8. Characteristics タブをクリックして Characteristics 領域を表示します。

測定終了後、測定した I/V 特性曲線は Characteristics 領域に表示されます。（この例では、ID-VDS 特性曲線）



グラフの表示・操作の説明については「グラフの表示と操作 (p. 3-56)」を参照してください。

電圧／電流波形の観測

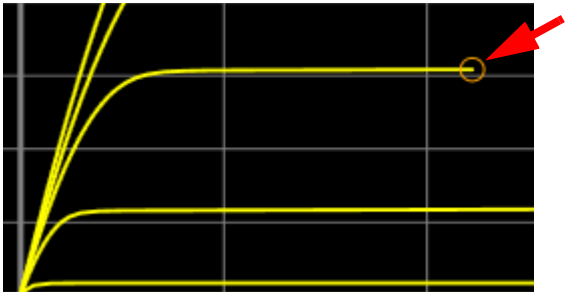
I/V 測定ソフトウェアでは、パルス掃引測定によって得られる特性曲線上の、指定した測定点での電圧および電流時間波形を観測することができます。

Step 1. Characteristics タブをクリックして Characteristics 領域を表示します。

Step 2. Oscilloscope View ボタンをクリックして、Oscilloscope View 領域を表示します。

Step 3. 「測定の実行 (p. 3-15)」に従って、I/V 測定を実施します。

Step 4. Characteristics 領域の特性曲線グラフ上の測定点に、トレース・マーカを移動します。この点が波形観測点となります。

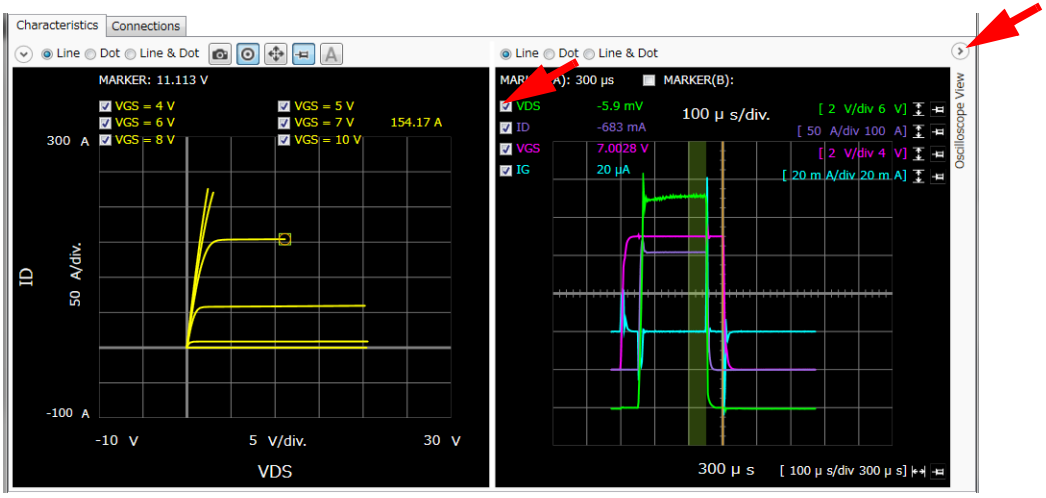


Step 5. Start Measurement ツール・ボタン をクリックします。

または Repeat Measurement ツール・ボタン をクリックすると繰り返し測定を開始します。

測定中に Stop Measurement ツール・ボタン をクリックすると測定は中止します。

指定された測定点の測定後、特性曲線上の測定点にはモニタ・マーカ（緑色の枠）が表示され、その点の時間軸波形が本領域のグラフに表示されます。



繰り返し測定の場合は、測定中にトレース・マーカを移動することで観測点を順次変えることができます。移動したトレース・マーカの位置に対応した測定点の測定が行われると、モニタ・マーカがその測定点に移動し、時間波形の表示が更新されます。

Step 6. 観測対象の電圧または電流データ名のチェックボックスをチェックします。

設定パラメータ

Table 3-1　　選択可能なデバイス・タイプと測定項目

デバイス・タイプ	測定項目	説明
MOSFET	ID-VDS	ID-VDS 出力特性
	ID-VGS	ID-VGS 伝達特性
	VGS(th)	ゲート - ソース間しきい値電圧
	RDS-ID	RDS（ドレイン - ソース間抵抗）-ID 特性
	VDS-VGS	VDS-VGS 特性
	RDS-VGS	RDS（ドレイン - ソース間抵抗）-VGS 特性
	IDSS	ドレイン・リーク電流 -VDS 特性
	IGSS	ゲート・リーク電流 -VGS 特性
	IS-VSD	ボディ・ダイオードのソース - ドレイン間電圧に対する順方向特性
IGBT	IC-VCE	IC-VCE 出力特性
	IC-VGE	IC-VGE 伝達特性
	VGE(th)	ゲート - エミッタ間しきい値電圧
	VCE-VGE	VCE-VGE 特性
	VCE(sat)	VCE(sat)（コレクタ - エミッタ間飽和電圧）-IC 特性
	ICES	コレクタ・リーク電流 -VCE 特性
	IGES	ゲート・リーク電流 -VGE 特性
	IF-VF	フリーホイール・ダイオードの順方向特性
Diode	IF-VF	順バイアス電流 - 電圧特性
	IR-VR	逆バイアス電流 - 電圧特性

デバイス・タイプ	測定項目	説明
Generic2T	Conduction	導通抵抗特性
	Isolation	絶縁特性
Generic		測定ユニットの接続、測定条件を自由に設定します。

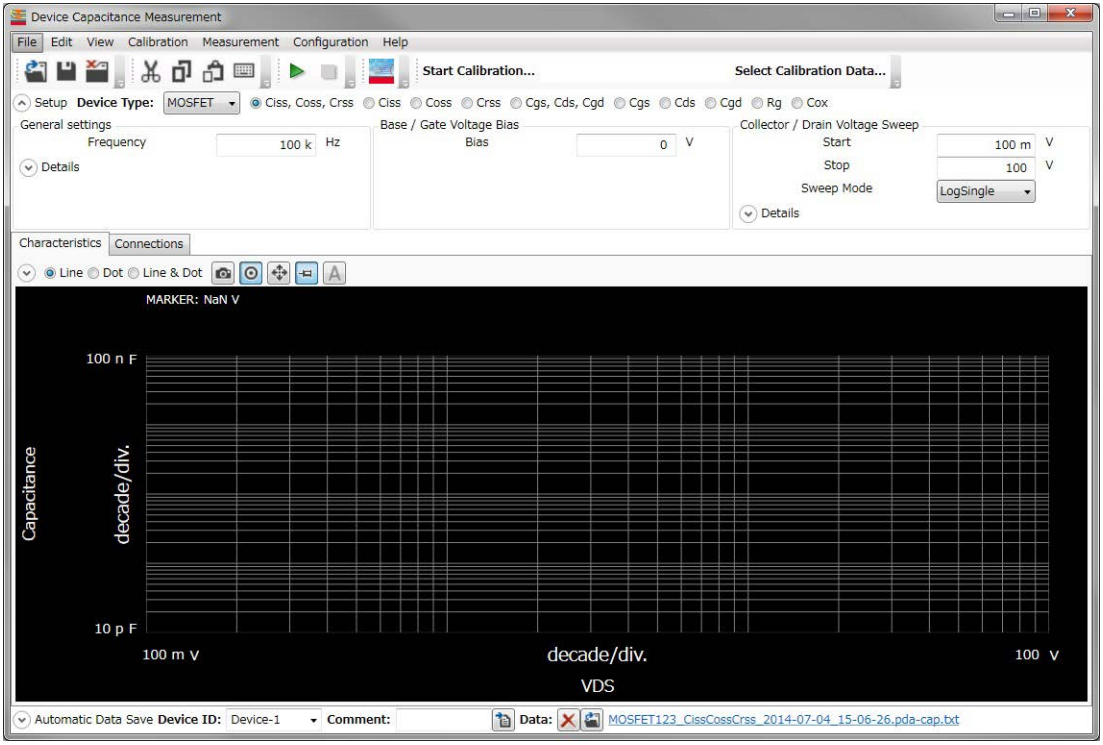
キャパシタンス測定を実行してみましょう

ここではキャパシタンス測定ソフトウェアを使用した測定の方法について解説します。

以下のセクションで構成されています。

- 測定の準備
- 測定の実行
- 設定パラメータ

Figure 3-3　キャパシタンス測定ソフトウェア



測定の準備

WARNING **テストリードの接続あるいは抜き取りを行う前に、本器の出力をオフ状態にしてください。**

出力をオフするには、フロント・パネル上の Stop キーを押します。そして High Voltage（高電圧警告）インジケータの消灯を確認します。

WARNING **出力印加中に DUT の接続、取り外しを行わないでください。感電事故や DUT 破壊の恐れがあります。**

測定終了後、DUT に触れる場合には、残留電荷および発熱への対策を講じてください。感電事故ややけどを防ぐには、手袋や工具を使用すること、十分な時間放置することなども有効な対策のひとつです。

Step 1. 測定器の電源をオンする前に、テスト・フィクスチャおよび測定サンプル（DUT）に応じて 3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュールまたはその他のアクセサリを準備して接続します。

接続方法については以下のセクションを参照してください。

- テスト・フィクスチャを接続する (p. 2-10)
- 3 ピン インライン・パッケージ ソケット・モジュール (p. 2-17)
- ユニバーサル・ソケット・モジュール・キット (p. 2-18)
- デバイス接続用アクセサリ (p. 2-27)

Step 2. 測定器の電源をオンします。
測定サンプル（DUT）も準備しますが、この時点ではまだ接続はしないでください。

NOTE 測定中の温度のモニタおよび制御を行う場合は、必要な接続と操作を行います。「測定中の温度モニタ／制御をしてみましょう (p. 3-50)」を参照してください。

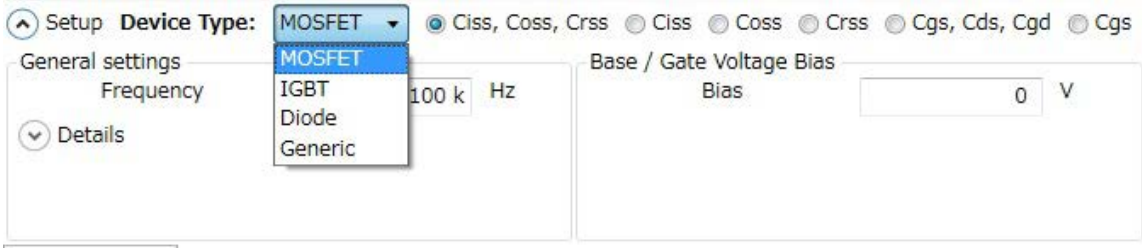
測定の実行

NOTE ここでは、MOSFET の Ciss、Coss、Crss 特性の測定例を示します。

以下の手順で測定を実行します。

Step 1. ソフトウェア・パレットの Capacitance Measurement アイコン  をクリックします。キャパシタンス測定ソフトウェア（Figure 3-3）が起動します。

Step 2. ワークエリアの Setup 領域で測定サンプル（DUT）のタイプと測定項目の選択をします。



- デバイス・タイプの選択

  Device Type ドロップ・ダウン・リストでデバイスのタイプを選択します。

  ここでは MOSFET を選択します。

- 測定項目の選択

  Device Type の選択値（この例では MOSFET）右側に表示されるラジオ・ボタンを用いて、測定項目を選択します。

  ここでは Ciss、Coss、Crss を選択します。

選択可能なデバイス・タイプおよびその測定項目は「選択可能なデバイス・タイプと測定項目 (p. 3-30)」を参照してください。

デバイス・タイプおよび測定項目を選択することによって、Setup 領域に表示される設定項目が自動的に切り替わります。

Step 3. Setup 領域左側 General settings の Frequency に測定周波数を入力します。



Details ボタンをクリックすると領域が拡大し、さらに詳細な設定が可能となります。

設定項目の詳細については Setup (p. 4-80) を参照してください。

Step 4. Setup領域中央Base/Gate Voltage BiasのBiasにゲートに出力するバイアス電圧値を入力します。



Step 5. Setup 領域右側 Collector/Drain Voltage Sweep でドレイン側の電圧掃引条件を選択および入力します。



Start 掃引のスタート電圧値を入力します。

Stop 掃引のストップ電圧値を入力します。

Sweep Mode 掃引モードを選択します。

- **LinearSingle** スタート電圧からストップ電圧までリニア掃引します。
- **LogSingle** スタート電圧からストップ電圧までログ掃引します。
- **LinearDouble** スタート電圧からストップ電圧の間の往復リニア掃引します。
- **LogDouble** スタート電圧からストップ電圧の間の往復ログ掃引します。

Details ボタンをクリックすると領域が拡大し、さらに詳細な設定が可能となります。

設定項目の詳細については Setup (p. 4-80) を参照してください。

Step 6. ツールバーの Start Calibration... ボタンをクリックして、測定系の補正データ測定を実行します。

表示されるダイアログの指示に従って、オープンおよびショートの補正データを取得します。

既に測定系の補正データを取得している場合はツールバーの Select Calibration Data... ボタンをクリックして補正データを選択します。

Step 7. DUT をテスト・フィクスチャにセットし、ツールバーの Start Measurement ボタン  をクリックします。

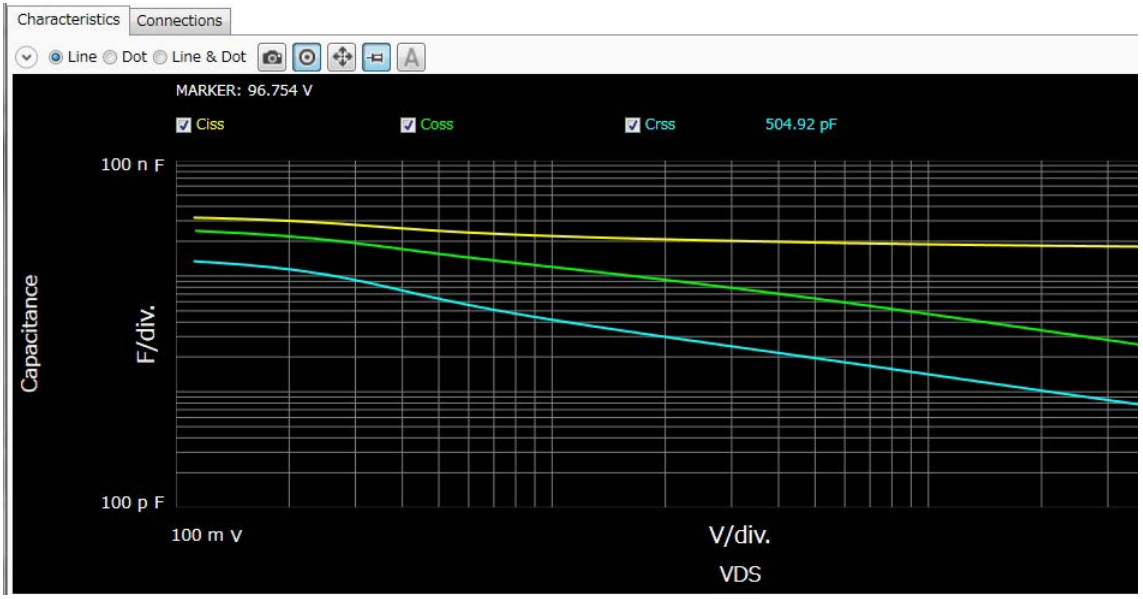
測定中にツールバーの Stop Measurement  ボタンをクリックすると測定は中止します。

NOTE

ダイオードが DUT の場合、Collector/Drain 端子にカソードを Emitter/Source 端子にアノードを接続します。

Step 8. **Characteristics** タブをクリックして Characteristics エリアを表示します。

測定終了後、測定したキャパシタンス特性曲線は Characteristics 領域に表示されます。（この例では Ciss、Coss、Crss 特性曲線）



グラフの表示・操作の説明については「グラフの表示と操作 (p. 3-56)」を参照してください。

設定パラメータ

Table 3-2　　選択可能なデバイス・タイプと測定項目

デバイス・タイプ	測定項目	説明
MOSFET	Ciss	Ciss（入力容量）- Vds 特性
	Coss	Coss（出力容量）- Vds 特性
	Crss	Crss（帰還容量）- Vds 特性
	Ciss, Coss, Crss	上記 Ciss、Coss、Crss 特性を順番に測定します。
	Cgs	Cgs（ゲート - ソース間容量）- Vds 特性
	Cds	Cds（ドレイン - ソース間容量）- Vds 特性
	Cgd	Cgd（ゲート - ドレイン間容量）- Vds 特性
	Cgs, Cds, Cgd	上記 Cgs、Cds、Cgd 特性を順番に測定します。
	Rg	Rg（ゲート抵抗）- Vgs 特性
	Cox	Cox（ゲート酸化膜容量）- Vgs 特性
IGBT	Cies	Cies（入力容量）- Vce 特性
	Coes	Coes（出力容量）- Vce 特性
	Cres	Cres（帰還容量）- Vce 特性
	Cies, Coes, Cres	上記 Cies、Coes、Cres 特性を順番に測定します。
	Cge	Cge（ゲート - エミッタ間容量）- Vce 特性
	Cce	Cce（コレクタ - エミッタ間容量）- Vce 特性
	Cgc	Cgc（ゲート - コレクタ間容量）- Vce 特性
	Cge, Cce, Cgc	上記 Cge、Cce、Cgc 特性を順番に測定します。
	Rg	Rg（ゲート抵抗）- Vge 特性

デバイス・タイプ	測定項目	説明
Diode	CT	逆バイアス時の総容量のバイアス電圧に対する特性
Generic	Sweep Voltage Between Terminal 2-3	コレクタ／ドレイン端子とエミッタ／ソース端子間の Cp-G モデル容量の Vce/Vds に対する特性
	Sweep Voltage Between Terminal 1-3	ベース／ゲート端子とエミッタ／ソース端子間の Cs-Rs モデル容量の Vbe/Vgs に対する特性

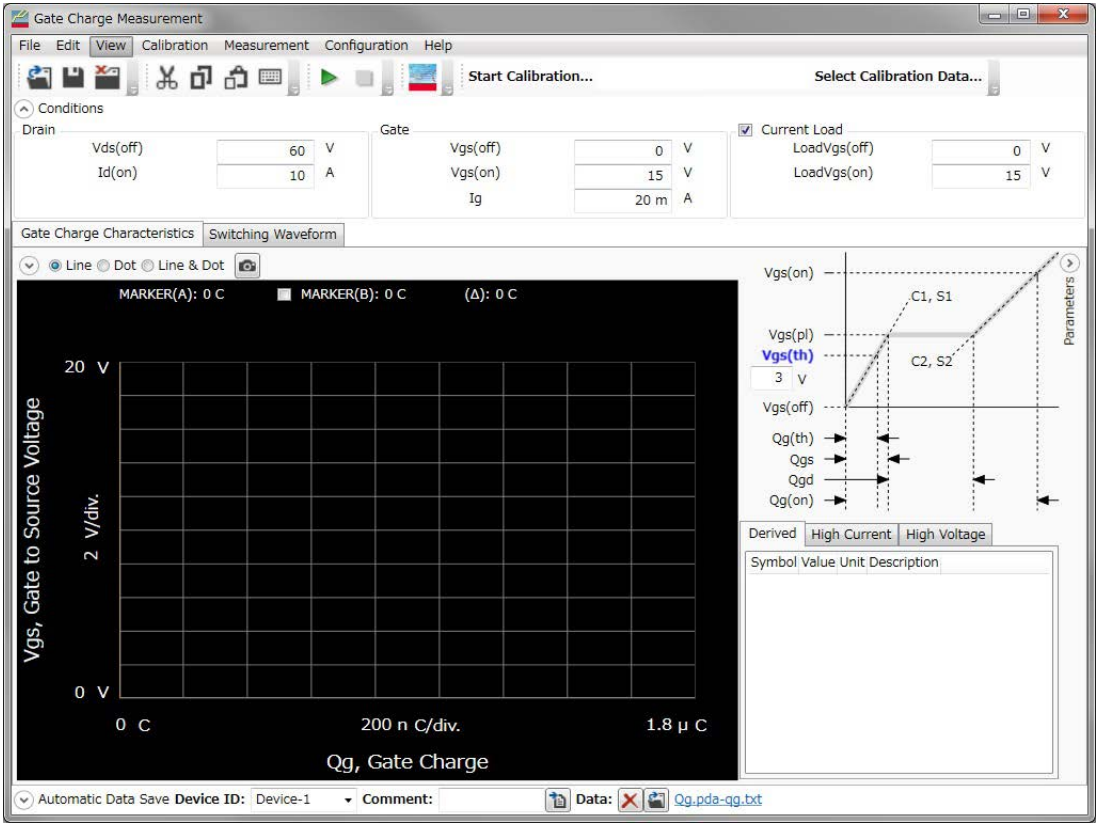
ゲートチャージ測定を実行してみましょう

ここではゲートチャージ測定ソフトウェアを使用して測定する方法について解説します。

以下のセクションで構成されています。

- 測定の準備
- 測定の実行

Figure 3-4 ゲートチャージ測定ソフトウェア



測定の準備

WARNING **接続ワイヤーの接続または取り外しを行う時は、事前に測定器の出力をオフにしてください。**

メインフレームのフロント・パネル上の stop キーを押すことによるソース出力をオフにします。その後、メインフレームのフロント・パネルの High Voltage インジケータが消灯していることを確認してください。

WARNING **感電や DUT の破損を防ぐために、測定器が電圧または電流を印加している時に、DUT の接続または取り外しを行わないでください。**

測定後に DUT に触れる場合は、残留電荷や残留熱による感電や熱傷を防ぐための対策を行ってください。グローブやその他のツールを用いるか、放電・放熱のための十分な時間を置いてください。

Step 1. 測定器の電源をオンする前に、テスト・フィクスチャおよびゲートチャージ ソケット・アダプタを測定器に接続します。

接続方法については

- テスト・フィクスチャを接続する (p. 2-10)
- ゲートチャージ ソケット・アダプタ (p. 2-24)

を参照してください。

Step 2. 測定器の電源をオンします。
測定サンプル（DUT）も準備しますが、この時点ではまだ接続はしないでください。

NOTE 測定中の温度のモニタおよび制御を行う場合は、必要な接続と操作を行います。「測定中の温度モニタ／制御をしてみましょう (p. 3-50)」を参照してください。

測定の実行

以下の手順で測定を実行します。

Step 1. ソフトウェア・パレットの Gate Charge Measurement アイコン をクリックします。ゲートチャージ測定ソフトウェア（Figure 3-4）が起動します。

Step 2. ワークエリアの Condition 領域で測定条件を入力します。



Drain DUT のドレイン駆動条件を設定します。

- Vds(off)

  オフ状態の DUT のドレイン・ソース間に印加する電圧を入力します。

- Id(on)

  測定時の DUT の負荷として定電流負荷 (Current Load) を使用した場合に、オン状態の DUT のドレインに印加する電流を入力します。

  定電流負荷 (Current Load) を使用しない場合、オン状態のドレイン電流は Vds(off) 値、負荷抵抗値、および DUT のオン抵抗／飽和電圧によって決まります。電源の電流出力レンジには入力した Id(on) を含む最少レンジが選択されます。

Gate DUT のゲート駆動条件を設定します。

- Vgs(off)

  DUT をオフにするゲート・ソース間電圧を入力します。

- Vgs(on)

  DUT が完全にオンになるゲート・ソース間電圧を入力します。

- Ig

  ゲート電流の制限値を入力します。

  この設定はスイッチング時間に影響します。ゲート電流制限値が大きいほどスイッチング時間は短くなり、ゲート電流制限値が小さいほどスイッチング時間は長くなります。

Current Load 定電流負荷を使用する場合は、チェックボックスをチェックします。



Drain で指定したオン電流 Id(on) となるように定電流負荷トランジスタのゲート駆動条件を設定します。

定電流負荷を使用せず、抵抗負荷を使用して測定を行う場合はチェックボックスを外して無効にします。

- LoadVgs(off)

  定電流負荷トランジスタがオフとなるゲート - ソース間電圧を入力します。

- LoadVgs(on)

  定電流負荷トランジスタが完全にオンになるゲート - ソース間電圧を入力します。

Step 3. ツールバーの Start Calibration... ボタンをクリックして、測定系の補正データ測定を実行します。

表示されるダイアログの指示に従って、オープンおよびショートの補正データを取得します。

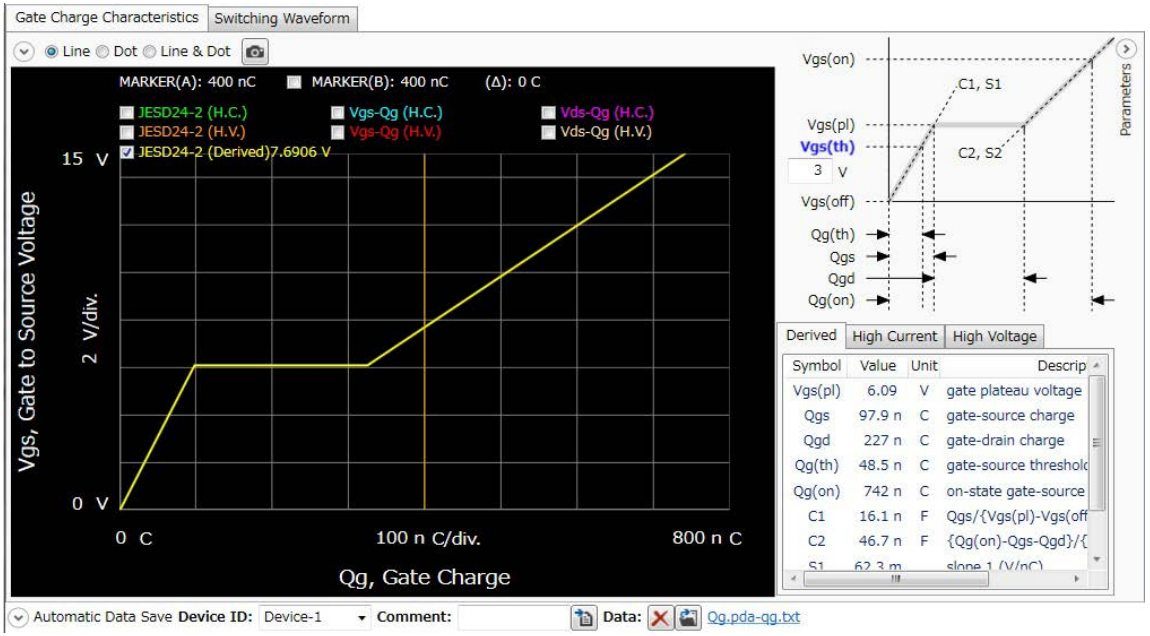
既に測定系の補正データを取得している場合はツールバーの Select Calibration Data... ボタンをクリックして補正データを選択します。

Step 4. DUT をテスト・フィクスチャにセットし、ツールバーの Start Measurement ボタン ▶ をクリックします。

測定してみましょう
ゲートチャージ測定を実行してみましょう

測定中にツールバーの Stop Measurement ボタンをクリックすると測定は中止します。

Step 5. 測定終了後、測定したゲートチャージ特性曲線と抽出パラメータは Gate Charge Characteristics 領域に表示されます。



左側のグラフ・エリアにはゲートチャージ特性曲線が右側のパラメータ表示エリアには抽出パラメータが表示されます。

Step 6. ゲートチャージ特性曲線の表示

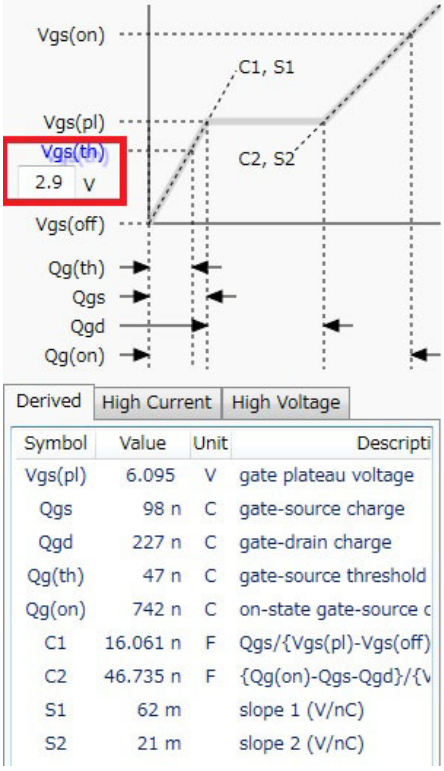
- 表示する特性曲線の選択

  グラフエリアに表示するゲートチャージ特性曲線をチェックボックスで選択します。
  複数選択して同時に表示することも可能です。

JESD24-2 (Derived)	**Drain** で指定した Vds(off) と Ig(on) で測定したゲートチャージ特性の直線近似から得られたゲートチャージ特性を表示します。
Vgs-Qg (H.C.)	**Drain** で指定したIg(on)で測定したゲートチャージ特性を表示します。
Vgs-Qg (H.V.)	**Drain** で指定したVds(off)で測定したゲートチャージ特性を表示します。
JESD24-2 (H.C.)	Vgs-Qg(H.C.)のゲートチャージ特性をJEDEC Standard JESD24-2で定義された3つの区間で直線近似したゲートチャージ特性を表示します。
JESD24-2 (H.C.)	Vgs-Qg(H.V.)のゲートチャージ特性をJEDEC Standard JESD24-2で定義された3つの区間で直線近似したゲートチャージ特性を表示します。
Vds-Qg (H.C.)	Vgs-Qg(H.C.) 測定時のドレイン－ソース間電圧とゲートチャージの関係を表示します。
Vds-Qg (H.V.)	Vgs-Qg(H.V.) 測定時のドレイン－ソース間電圧とゲートチャージの関係を表示します。

グラフ上部のラジオ・ボタンでトレースの表示方法を実線 (Line)、点線 (Dot)、および両方 (Line & Dot) から選択することができます。

- 抽出パラメータの表示



DUT のしきい値電圧をパラメータ表示エリア上部グラフの Vgs(th) に入力します。

入力したしきい値電圧 Vgs(th) と JESD24-2(Derived)、JESD24-2(H.C.) および JESD24-2(H.V) の特性曲線から算出した各特性曲線のゲート抽出パラメータを表示します。

JESD24-2(Derived) より抽出したパラメータを表示するには Derived タブをクリックします。
JESD24-2(H.C.)より抽出したパラメータを表示するにはHigh Currentタブをクリックします。
JESD24-2(H.V) より抽出したパラメータを表示するにはHigh Voltageタブをクリックします。

各々、以下に示すパラメータが抽出されます。

Vgs(pl)　　ゲート・プラトー電圧

Qgs	ゲート - ソース電荷。 JEDEC Standard JESD24-2 で定義されているスロープ S_1 に対するゲートチャージ。
Qgd	ゲート - ドレイン電荷。 JEDEC Standard JESD24-2 で定義されているスロープ S_3 に対するゲートチャージ。
Qg(th)	しきい値電圧でのゲート - ソース電荷。 Vgs(off) から Vgs(th) までのゲートチャージ。
Qg(on)	オン状態でのゲート - ソース電荷。 Vgs(off) から Vgs(on) までのゲートチャージ。
C1	Qgs/{Vgs(pl)−Vgs(off)}。 JEDEC Standard JESD24-2 で定義されているスロープ S_1 に対する等価キャパシタンス。
C2	{Qgs(on)−Qgs− Qgd}/{Vgs(on)−Vgs(pl)}。 JEDEC Standard JESD24-2 で定義されているスロープ S_2 に対する等価キャパシタンス。
S1	JEDEC Standard JESD24-2 で定義されているスロープ S_1。
S2	JEDEC Standard JESD24-2 で定義されているスロープ S_2。

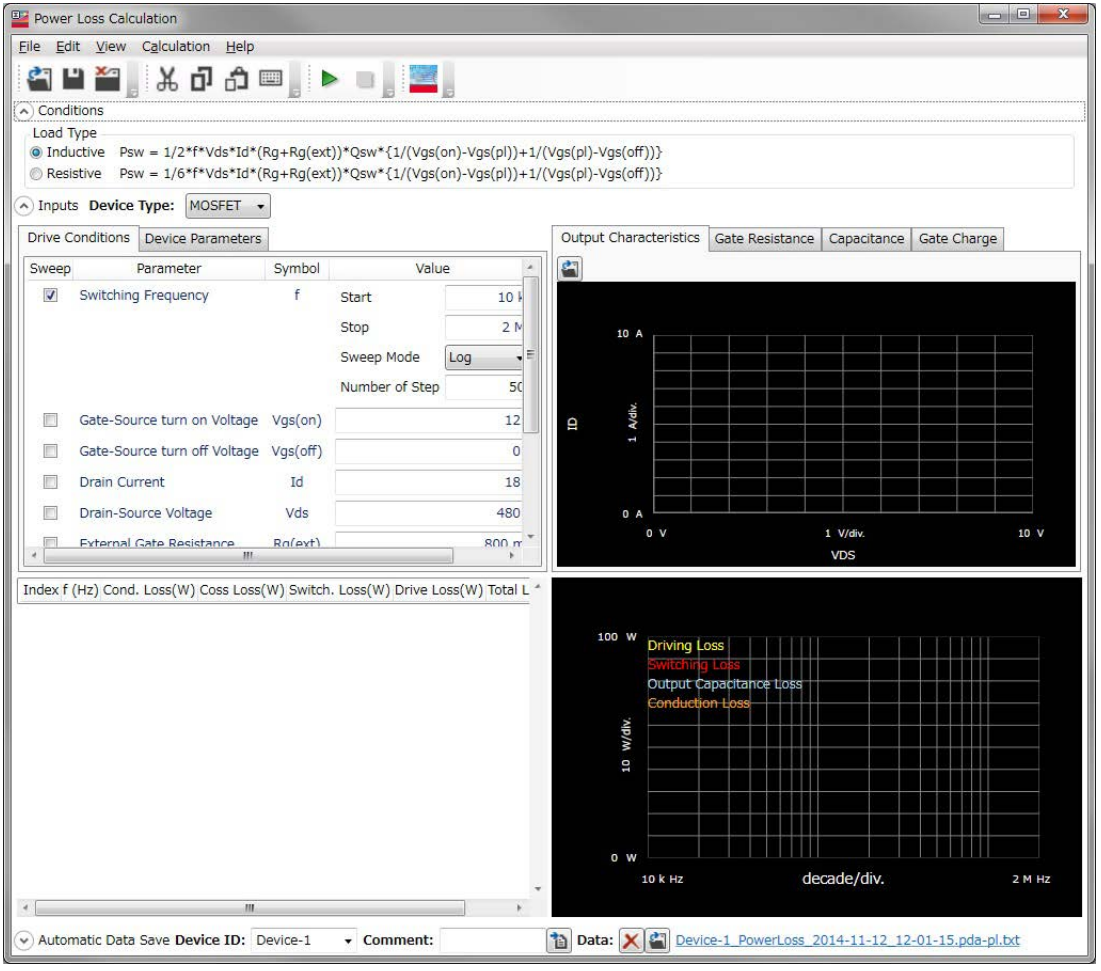
その他のグラフの表示・操作の説明については「グラフの表示と操作 (p. 3-56)」を参照してください。

パワーロス計算を実行してみましょう

ここではパワーロス計算ソフトウェアを使用してスイッチング・デバイスのパワーロスを計算する方法について解説します。
以下のセクションで構成されています。

- パワーロス計算の実行
- パワーロス計算用抽出パラメータ

Figure 3-5 パワーロス計算ソフトウェア



パワーロス計算ソフトウェアでは、スイッチング・デバイスの駆動条件パラメータおよびそのデバイス特性パラメータを基にパワーロスの計算を行います。

計算の基となるパラメータの指定は以下の 2 通りの方法があります。

- 対象スイッチング・デバイスのデータシートを参照し、値を入力して指定

  この場合、駆動条件等はデーターシートで規定された物となります。またデーターシートで規定されていない特性パラメータ等がある場合は予想値を入力する事となります。

- まず対象スイッチング・デバイスを任意の要望する駆動条件で、I/V 測定ソフトウェア、キャパシタンス測定ソフトウェア、ゲートチャージ測定ソフトウェアを用いて測定し、測定データをセーブします。

  パワーロス計算ソフトウェアで、セーブした測定データ・ファイルを指定してパワーロス計算に必要な駆動条件、特性パラメータを抽出します。

ここでは、パワーロスを計算するスイッチング・デバイスの測定データ・ファイルを指定してパワーロスの計算を行う方法を解説します。

パワーロス計算の実行

Step 1. 測定データの準備

パワーロス計算ソフトウェアは以下の測定データ・ファイルを基に損失計算を行いますので、事前にパワーロスを計算する DUT を測定して、測定データをセーブをしておきます。

- I/V 測定ソフトウェア測定データ

  以下のいずれかの測定項目の測定データ・ファイルを準備します。

  デバイス・タイプが MOSFET の場合：

  - ID-VDS
  - RDS-ID
  - VDS-VGS
  - RDS-VGS

  デバイス・タイプが IGBT の場合：

  - IC-VCE
  - VCE(sat)
  - VCE-VGE
- キャパシタンス測定ソフトウェア測定データ

  以下の 2 種類の測定項目の測定データ・ファイルを準備します。

  デバイス・タイプが MOSFET の場合：

  - Rg
  - Ciss, Coss, Crss（もしくは Coss または Crss）

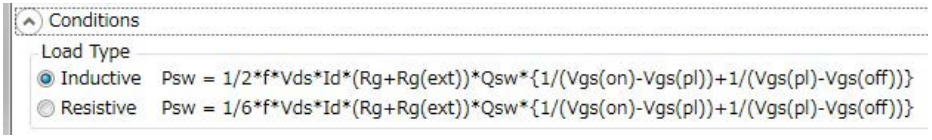
  デバイス・タイプが IGBT の場合：

  - Rg
  - Cies, Coes, Cres（もしくは Coes または Cres）
- ゲートチャージ測定ソフトウェア測定データ

  ゲートチャージ測定ソフトウェアで測定した任意の測定項目の測定データ・ファイルを準備します。

Step 2. ソフトウェア・パレットの Power Loss Calculation アイコン をクリックします。パワーロス計算ソフトウェア（Figure 3-5）が起動します。

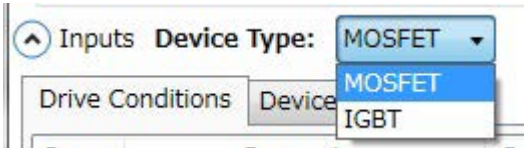
Step 3. 損失の計算において仮定する負荷の種類をワークエリアの Conditions 領域で選択します。



Inductive　誘導性の負荷を仮定

Resistive　抵抗性の負荷を仮定

Step 4. Inputs 領域で測定サンプル（DUT）のタイプの選択をします。



Device Type ドロップ・ダウン・リストでデバイスのタイプを選択します。

ここでは MOSFET を選択します。

Step 5. 損失の計算に使用する DUT の測定データを指定して読み込みます。



1. I/V 測定ソフトウェアの測定データの指定と読み込み

   a. ワークエリア右側 Output Characteristics タブをクリックして Output Characteristics 領域を表示します。

   b. Output Characteristics 領域左上隅にある Load Measurement Data ボタン をクリックします。

      ファイル選択用ダイアログ・ボックスが開くので、I/V 測定ソフトウェアの測定データ・ファイルを指定して読み込みます。

      読み込んだ測定項目の特性グラフが表示されます。

2. キャパシタンス測定ソフトウェアの Rg 測定データの指定と読み込み

   a. Gate Resistance タブをクリックして Gate Resistance 領域を表示します。

   b. Gate Resistance 領域左上隅にある Load Measurement Data ボタン をクリックします。

      ファイル選択用ダイアログ・ボックスが開くので、キャパシタンス測定ソフトウェアの Rg 測定データ・ファイルを指定して読み込みます。

読み込んだ Rg 特性グラフが表示されます。

3. キャパシタンス測定ソフトウェアの Ciss, Coss, Crss 測定データの指定と読み込み

   a. Capacitance タブをクリックして Capacitance 領域を表示します。

   b. Capacitance 領域左上隅にある Load Measurement Data ボタン  をクリックします。

      ファイル選択用ダイアログ・ボックスが開くので、キャパシタンス測定ソフトウェアの Ciss, Coss, Crss 測定データ・ファイルを指定して読み込みます。

      読み込んだ Ciss, Coss, Crss 特性グラフが表示されます。

4. ゲートチャージ測定ソフトウェアの測定データの指定と読み込み

   a. Gate Charge タブをクリックして Gate Charge 領域を表示します。

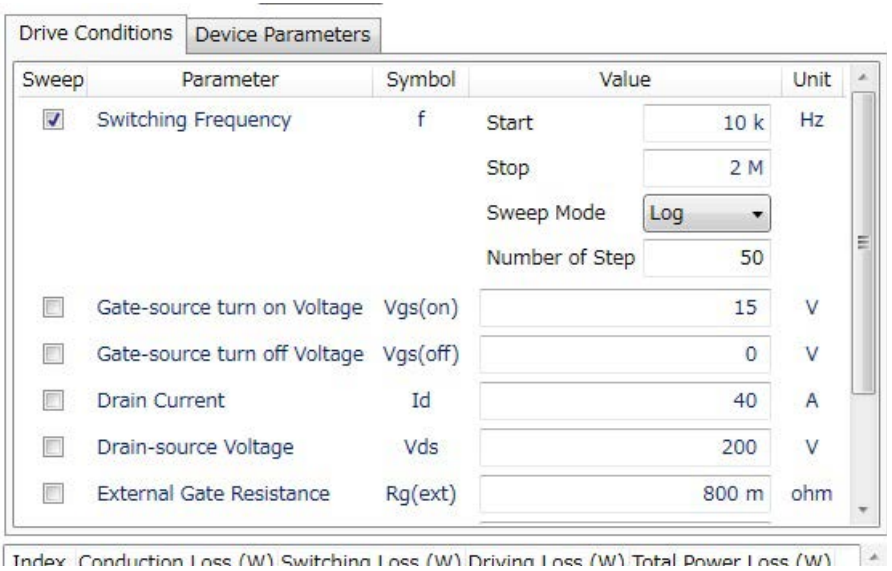
   b. Gate Charge 領域左上隅にある Load Measurement Data ボタン  をクリックします。

      ファイル選択用ダイアログ・ボックスが開くので、ゲートチャージ測定ソフトウェアの測定データ・ファイルを指定して読み込みます。

      読み込んだゲートチャージ特性グラフが表示されます。

読み込んだ各測定データから抽出されるパワーロス計算用駆動条件およびデバイス・パラメータは「パワーロス計算用抽出パラメータ (p. 3-48)」を参照してください。

パワーロス計算用駆動条件はワークエリア左側の Drive Conditions タブ、デバイス・パラメータは同じく Device Parameters タブをクリックして確認または変更する事ができます。



Step 6. パワーロス計算時に掃引させる駆動条件またはデバイス・パラメータを 1 つ選択し、その掃引条件を指定します。

駆動条件パラメータを掃引する場合は Drive Condition タブをクリックして該当パラメータの Sweep カラムのチェックボックスをチェックします。

同様にデバイス・パラメータを掃引する場合は Device Parameters タブをクリックして該当パラメータの Sweep カラムのチェックボックスをチェックします。

この例では、デバイスのスイッチング周波数を掃引します。

1. Drive Conditions タブをクリックし、Switching Frequency パラメータの Sweep カラムのチェックボックスをクリックして選択します。
2. Value カラムに掃引条件を設定します。

   Start　　掃引スタート値

   Stop　　掃引ストップ値

Sweep Mode 掃引モード
Log（ログ掃引) または Linear（リニア掃引）を選択します。

Number of Step 掃引点数

Step 7. 読み込んだ測定データでは抽出されないパワーロス計算用駆動条件を設定します。

1. ワークエリア左側Drive Conditionsタブをクリックして Drive Conditions領域を表示します。
2. 測定データでは抽出されない以下の駆動条件を設定します。

Switching Frequency スイッチング周波数
この例では、Step.4 の掃引パラメータ指定時に既に指定しています。

Rg(ext) 駆動回路に含まれる（デバイス外部の）ゲート入力抵抗。

Irms, D Irms は実効ドレイン電流（負荷電流の二乗平均平方根）。
D はデューティー比を 0 ～ 1 で指定します。
$Irms = Id \times D^{1/2}$ の関係にあり、Irms または D のどちらかを指定します。

Step 8. ツールバーの Start ボタン をクリックします。

Step 9. 計算が終了すると、下図のように、計算結果の数値リストとトレンド・チャートが表示されます。



Index	f (Hz)	Cond. Loss(W)	Coss Loss(W)	Switch. Loss(W)	Drive Loss(W)	Total Loss(W)
0	10000.000000	22.221208	0.047417	2.060067	0.111158	24.439851
1	11141.913842	22.221208	0.052832	2.295309	0.123851	24.693201
2	12414.224406	22.221208	0.058865	2.557414	0.137994	24.975481
3	13831.821875	22.221208	0.065587	2.849449	0.153752	25.289995
4	15411.296761	22.221208	0.073076	3.174831	0.171309	25.640424
5	17171.134070	22.221208	0.081421	3.537369	0.190871	26.030869
6	19131.929638	22.221208	0.090718	3.941306	0.212667	26.465900
7	21316.631165	22.221208	0.101078	4.391370	0.236952	26.950607
8	23750.806785	22.221208	0.112620	4.892826	0.264010	27.490664
9	26462.944287	22.221208	0.125480	5.451545	0.294157	28.092390
10	29484.784525	22.221208	0.139809	6.074064	0.327747	28.762829
11	32851.692883	22.221208	0.155774	6.767670	0.365173	29.509825
12	36603.073166	22.221208	0.173562	7.540480	0.406873	30.342122
13	40782.828757	22.221208	0.193381	8.401538	0.453334	31.269461
14	45439.876424	22.221208	0.215463	9.360921	0.505101	32.302693

- 計算結果の数値リスト

  計算結果の以下の項目について数値リスト表示します。

Index	掃引ステップのインデックス
掃引パラメータ	指定した掃引パラメータとその値 この例では、掃引パラメータとして設定された F の値がリストされます。
Conduction Loss	導通損失の計算結果
Coss (or Coes) Loss	出力容量損失の計算結果
Switching Loss	スイッチング損失の計算結果
Driving Loss	駆動損失の計算結果
Total Loss	導通損失、出力容量損失、スイッチング損失、および駆動損失の総和

  各損失の算出計算式は Results (p. 4-143) を参照してください。

- トレンド・チャート

  掃引パラメータを X 軸に取り、導通損失（Conduction Loss）、出力容量損失（Output Capacitance Loss）、スイッチング損失（Switching Loss）、駆動損失（Driving Loss）を順に積み上げたトレンド・チャートを表示します。

  グラフの X 軸および Y 軸の最少値、最大値は、グラフ上の値をクリックすると編集可能となります。

パワーロス計算用抽出パラメータ

Table 3-3 **測定データと抽出される駆動条件およびデバイス・パラメータ（MOSFET）**

測定データ		抽出駆動条件	抽出デバイス・パラメータ
測定ソフトウェア	測定項目		
I/V 測定	ID-VDS, RDS-ID, RDS-VGS, VDS-VGS のいずれか		Rds(on)[a]
キャパシタンス測定	Rg		Rg[b]
	Crss		Qsw[c]
ゲートチャージ測定	任意の測定項目	Vgs(on), Vgs(off), Id, Vds	Qg(on), Qg(off), Qsw, Vgs(pl)

a. Vgs(on) を元に抽出。
b. Vgs(off) を元に抽出。
c. Vgs(off)、Vds(off) を元に抽出。

Table 3-4 **測定データと抽出される駆動条件およびデバイス・パラメータ（IGBT）**

測定データ		抽出 駆動条件	抽出 デバイス・ パラメータ
測定ソフトウェア	測定項目		
I/V 測定	IC-VCE, VCE(sat), VCE-VGE のいずれか		Vce(sat)[a]
キャパシタンス測定	Rg		Rg[b]
	Cres		Qsw[c]
ゲートチャージ測定	任意の測定 項目	Vge(on), Vge(off), Ic, Vce	Qg(on), Qg(off), Qsw, Vge(pl)

a. Vge(on) を元に抽出。
b. Vge(off) を元に抽出。
c. Vge(off)、Vce(off) を元に抽出。

測定中の温度モニタ／制御をしてみましょう

温度モニタ／コントロール ソフトウェアは以下の機能を提供します。

- 熱電対を使用した任意の場所の温度のモニタ
- 温度プレートまたはサーモストリームを使用した DUT の温度の制御
- 温度条件の指定と条件の成立に同期した測定の実行

これらの機能により複数の温度条件下での測定を自動化することができます。

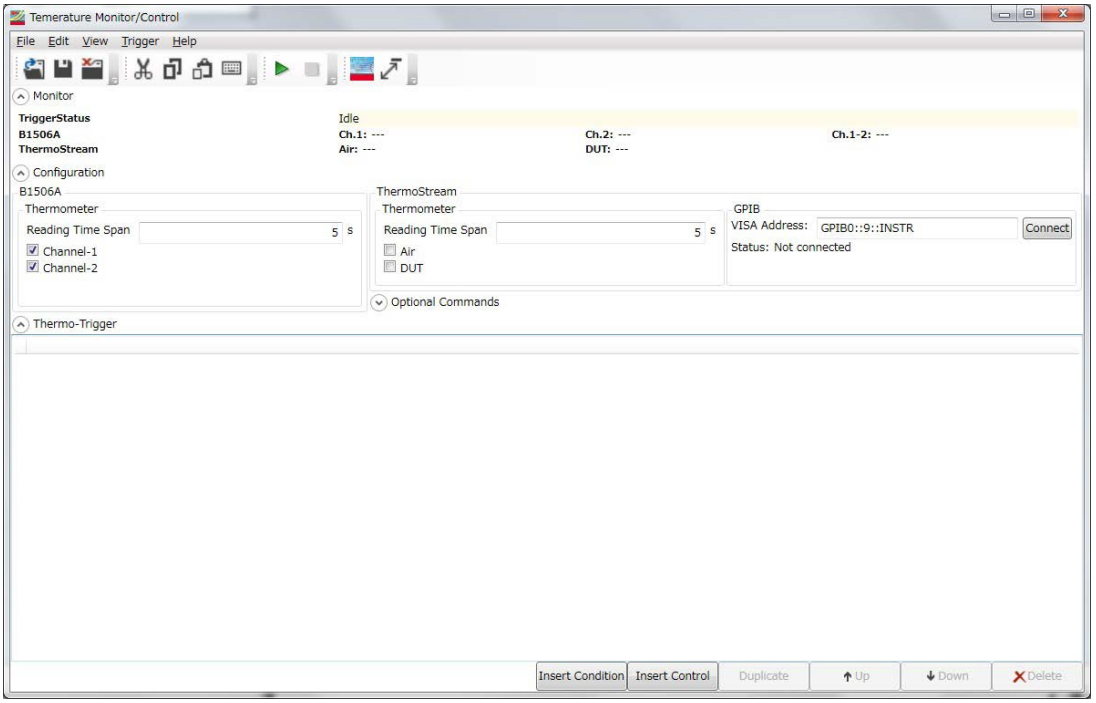
このセクションでは、温度モニタ／コントロール ソフトウェアを使用して測定中の温度のモニタ／制御および温度制御に同期した測定の実行の方法を解説します。以下のセクションで構成されています。

- 測定前の準備
- 温度モニタ／制御した測定の実行

NOTE

このセクションでは温度プレートにより制御されたDUTの温度をB1506Aに接続した熱電対によりモニタし、指定した温度条件に同期して測定を実行する例で説明します。

Figure 3-6 温度モニタ／コントロール ソフトウェア



測定前の準備

Step 1. 測定器の電源をオンする前に、テスト・フィクスチャ、温度プレート、熱電対のセットアップと DUT の接続を行います。
詳しいセットアップの手順は以下のセクションを参照してください。

- デバイス接続用アクセサリ (p. 2-27)
- 熱電対 (p. 2-29)
- 温度プレート (p. 2-29)

Step 2. 測定器の電源をオンします。

温度モニタ／制御した測定の実行

Step 1. ソフトウェア・パレットの Thermal Monitor/Control アイコン をクリックします。温度モニタ／コントロール ソフトウェア（Figure 3-6）が起動します。

Step 2. ワークエリアの Configuration 領域の Thermometer で温度モニタの設定を行います。

この例では B1506A に接続した熱電対で温度モニタするので、B1506A の Thermometer で設定を行います。

Reading Time Span 温度の読み出し間隔

Channel 1 チェックボックスをチェックすると、テスト・フィクスチャ K Thermocouple 端子のチャンネル 1 に接続された熱電対での温度モニタが有効になります。

Channel 2 チェックボックスをチェックすると、テスト・フィクスチャ K Thermocouple 端子のチャンネル 2 に接続された熱電対での温度モニタが有効になります。

Step 3. 温度トリガー機能の設定

温度トリガー機能は、温度条件成立待機ステップ、温度制御ステップからなる温度トリガー・リストを順次実行する機能です。

温度トリガー機能を実行中は、測定アプリケーションは温度条件の成立を待機してから実行されます。

この例では以下の温度トリガー・ステップを設定します。

a. B1506A温度計チャンネル1の温度が25 °C ± 1 °Cの温度条件になるまで待機し、温度条件が成立したら 5 秒後に測定ソフトウェアに対して測定トリガーを発行。

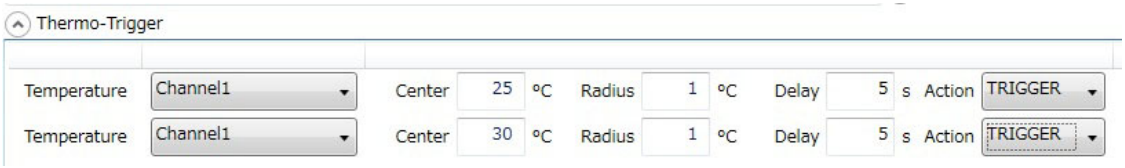
   測定ソフトウェアの測定終了を待機し、測定ソフトウェアによる測定終了を受けたら次の温度トリガー・ステップに進む。

b. B1506A温度計チャンネル1の温度が30 °C ± 1 °Cの温度条件になるまで待機し、温度条件が成立したら 5 秒後に測定ソフトウェアに対して測定トリガーを発行。

   測定ソフトウェアの測定終了を待機し、測定ソフトウェアによる測定終了を受けたら次の温度トリガー・ステップに進む。

c. 温度トリガー・ステップの終了。

温度トリガー・ステップ設定例



1. ウィンドウ下部の Insert Control ボタンをクリックします。
2. 温度トリガー・ステップの条件設定の行が Thermo-Trigger に追加されるので条件設定を行います。



a. 2 番目の列のドロップダウン・リストで条件判定を行う対象温度を選択します。

ここでは Channel1 を選択します。

Channel1 含めこのドロップダウン・リストでは以下の選択肢が選択可能です。

Channel1	B1506A 温度計チャンネル 1 のモニタ温度。
Channel2	B1506A 温度計チャンネル 2 のモニタ温度。
Channel1_2	B1506A 温度計チャンネル 1 のモニタ温度と B1506A 温度計チャンネル 2 のモニタ温度の差分 (Channel 1 - Channel 2)。
ThermoStream Air	サーモストリームの噴出エアー温度。(サーモストリーム使用時)
ThermoStream DUT	サーモストリームの DUT 温度計のモニタ温度。(サーモストリーム使用時)

b. 温度条件の指定を行います。

Center 条件温度の中心値。
この例では 25 を入力します。

Radius 条件温度の中心値からの成立許容範囲。
この例では 1 を入力します。

Delay モニタ温度の温度条件が成立してから指定動作を実行するまでの遅延時間。
この例では 5 を入力します。

c. 温度条件が成立して Delay 時間経過後に実行する動作の指定を Action ドロップダウン・リストで選択します。

この例では、測定開始トリガーを発行する TRIGGER を選択します。

TRIGGER を含めこのドロップダウン・リストでは以下の選択肢が選択可能です。

TRIGGER 測定開始トリガーを発行します。

NOP 何も行わずに次のステップに進みます。

END 温度トリガー・リストの実行を終了します。

3. ウィンドウ下部の Duplicate ボタンをクリックし、温度トリガー・ステップの条件設定の行をコピーして Thermo-Trigger に追加します。

4. コピーして追加された 2 番目の条件設定を行います。この例では Center の条件を 30 °C に変更します。

Step 4. 温度トリガー・ステップに同期して実行する測定の測定ソフトウェアを起動して測定条件の設定を行います。
測定の設定をすべて行ったら、ソフトウェアはそのまま立ち上げておきます。

Step 5. 温度モニタ／コントロール ソフトウェア上のメニューバーの Start ボタン ▶ をクリックして、温度トリガー機能を開始します。

温度モニタ／コントロール ソフトウェアは、最初の温度トリガー・ステップを実行し、温度条件が成立を待機します。

Step 6. 測定ソフトウェア上のメニューバーの Start ボタン ▶ をクリックして、測定開始の操作を行います。

測定ソフトウェアは、温度モニタ／コントロール ソフトウェアからの測定開始トリガーを待ちます。

Step 7. 温度プレートを最初の温度条件 25 °C ± 1 °C になるように制御します。

温度モニタ／コントロール ソフトウェアは、温度条件が成立したら測定開始トリガを測定ソフトウェアに送信します。

測定ソフトウェアは、温度モニタ／コントロール ソフトウェアから測定開始トリガーを受けると測定を開始します。

Step 8. 測定ソフトウェアは、測定を終了すると温度モニタ／コントロール ソフトウェアに対して測定終了のシグナルを送り、次の測定開始トリガーを待ちます。

測定終了のシグナルを受けた温度モニタ／コントロール ソフトウェアは、次の温度条件のトリガー・ステップを実行し、温度条件の成立を待機します。

Step 9. 温度プレートを次の温度条件 30 °C ± 1 °C になるように制御します。

温度モニタ／コントロール ソフトウェアは、温度条件が成立したら測定開始トリガを測定ソフトウェアに送信します。

測定ソフトウェアは、前回と異なる温度条件の元で測定を行います。

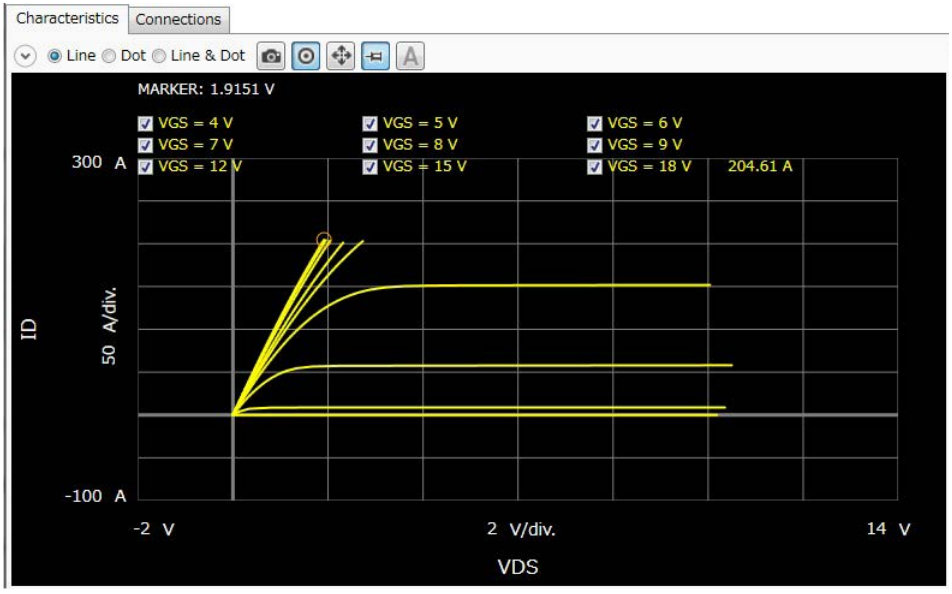
グラフの表示と操作

このセクションでは、各測定ソフトウェアで共通なグラフの操作方法について解説します。以下のセクションで構成されています。

- 特性曲線の選択と表示
- マーカの使用

特性曲線の選択と表示

Step 1. 表示する特性曲線の選択



グラフエリア左上に表示可能な特性のチェックボックスが表示されるので選択します。

表示可能な特性曲線が複数ある場合は、複数選択して同時に表示することも可能です。

Step 2. トレースの表示方法の選択



グラフ上部のラジオ・ボタンでトレースの表示方法を実線 (Line)、点線 (Dot)、および両方 (Line & Dot) から選択することができます。

Step 3. グラフの X 軸、Y 軸の最大値、最小値の変更

グラフ上部のスケール・モード選択ボタンで  （オート・スケール・モード）を選択すると、測定の進行に従ってオート・スケーリングが行われます。

スケール・モード選択ボタンで  （固定スケール・モード）を選択した場合は、  オート・スケール実行ボタンをクリックするとその時点のデータを基にオート・スケーリングが行われます。

またグラフ上部の X 軸、Y 軸座標の最大値、最小値の値表示の部分をクリックすると、直接値の変更を行うことができます。

マーカの使用

測定ソフトウェアによりドメイン・マーカ（縦線）とトレース・マーカ（丸印）の 2 種類のマーカの両方または片方がグラフ上で使用でき、特性曲線の値を読み取る事ができます。

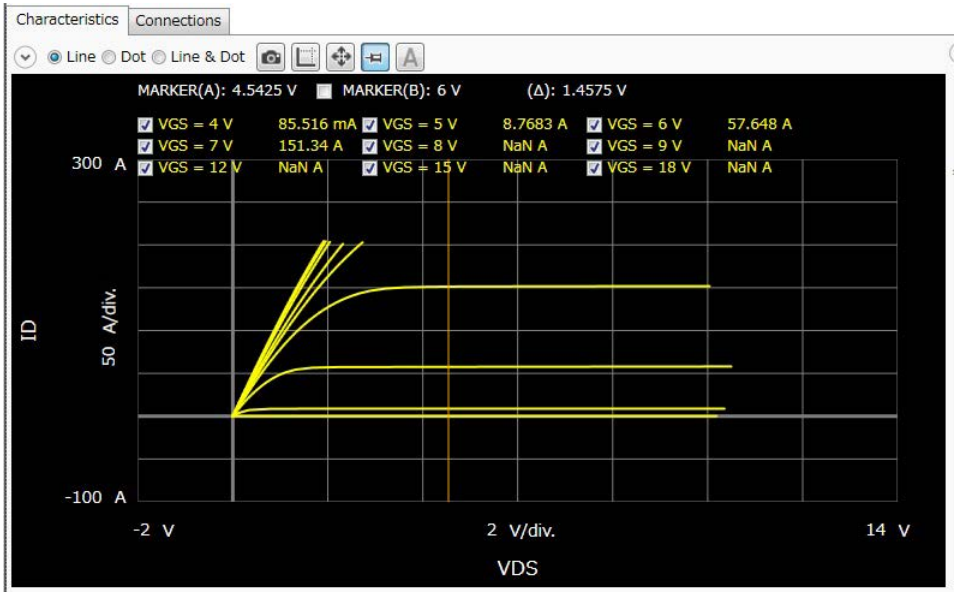
以下の表にに各マーカの説明と利用できる測定ソフトウェアを示します。

マーカ	説明	使用できる ソフトウェア
ドメイン・マーカ	縦線のマーカの X 座標値と複数の特性曲線との交点の Y座標値を読み取ることができます。	I/V 測定 キャパシタンス測定 ゲートチャージ測定
トレース・マーカ	ひとつの特性曲線上を移動してマーカの X 座標値、Y 座標値を読み取ることができます。	I/V 測定 キャパシタンス測定

ドメイン・マーカの使用

Step 1. I/V 測定ソフトウェアまたはキャパシタンス測定ソフトウェアでトレース・マーカが表示されている場合は、マーカ・モード選択ボタンをクリックして（トレース・マーカ・モード）から（ドメイン・マーカ・モード）に変更します。

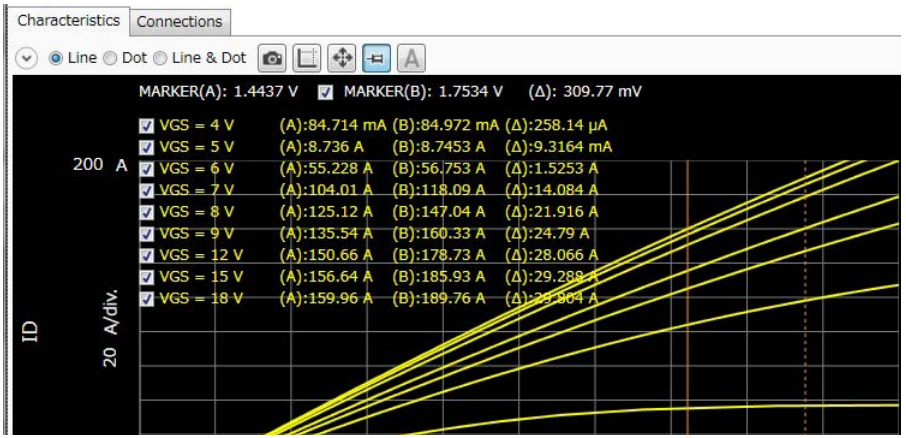
Step 2. マーカ A（縦線）が表示されます。



マーカの移動はロータリー・ノブまたはマウスを使用します。

グラフ領域の左上**MARKER(A):**にマーカAのX座標値が各特性曲線名の右側にマーカ A との交点の Y 座標値が表示されます。

Step 3. **MARKER(B):** 左のチェックボックスを選択すると、マーカ B（縦破線）が表示されます。



MARKER(B): マーカ B の X 座標値

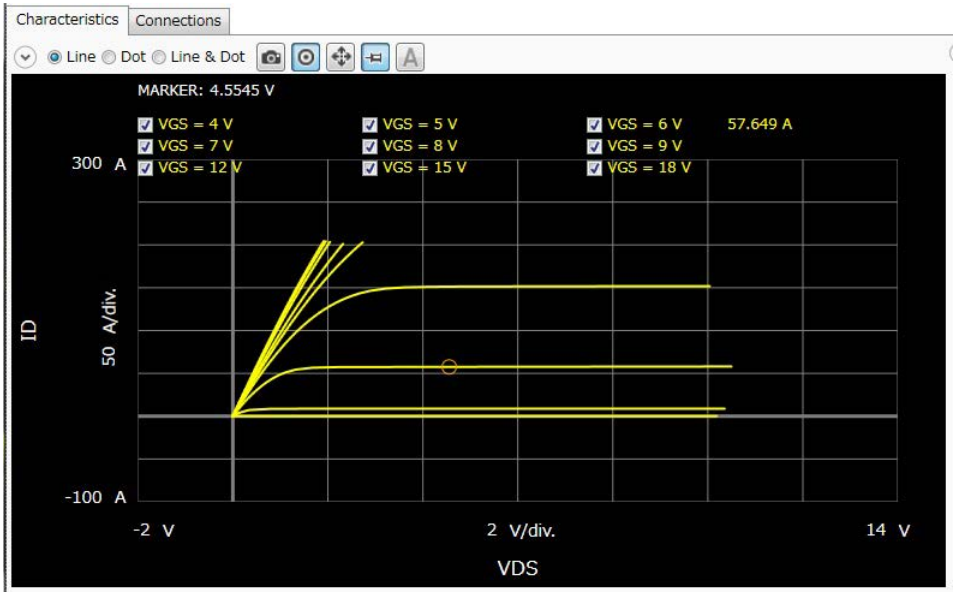
(Δ) マーカ B の X 座標値 - マーカ A の X 座標値

が上部に表示され、さらに各特性曲線名の右側には各マーカとの交点の Y 座標値と差分 (B-A) が表示されます。

トレース・マーカの使用

Step 1. I/V 測定ソフトウェアまたはキャパシタンス測定ソフトウェアでドメイン・マーカが表示されている場合は、マーカ・モード選択ボタンをクリックして（ドメイン・マーカ・モード）から（トレース・マーカ・モード）に変更します。

Step 2. トレース・マーカ（丸印）が表示されます。



ロータリー・ノブまたはマウスを使用して特性曲線上を移動する事ができます。

グラフ領域の左上**MARKER:**にマーカのX座標値がマーカのある特性曲線名の右側に Y 座標値が表示されます。

4 GUI リファレンス

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Keysight Easy Test Navigator ソフトウェアはパワーデバイスの各種特性解析に使用する専用測定ソフトウェアを提供します。様々なタイプの測定を簡単かつ単純な操作で実現します。

本章は Keysight Easy Test Navigator ソフトウェアのリファレンス情報を記述しています。次のセクションで構成されています。

- ソフトウェア・パレット
- データシート特性測定ソフトウェア
- I/V 測定ソフトウェア
- キャパシタンス測定ソフトウェア
- ゲートチャージ測定ソフトウェア
- パワーロス計算ソフトウェア
- 温度モニタ／コントロール ソフトウェア

測定の実行手順については、第 3 章を参照してください。

EasyEXPERT ソフトウェアについては、「EasyEXPERT ユーザ・ガイド」を参照してください。

ソフトウェア・パレット

ソフトウェア・パレットは、Keysight Easy Test Navigator ソフトウェアの各種測定ソフトウェアの起動用画面です。各測定ソフトウェアを示すアイコンと一緒にソフトウェア名をリスト表示します。各測定ソフトウェアは対応するアイコンもしくはソフトウェア名をクリックすることによって起動します。また、本器のディスプレイ（LCD）右側のソフトキーを押すことによって、対応するソフトウェアを起動することもできます。

ソフトウェア・パレットは、B1506A の電源をオンにすれば、フルスクリーン表示されます。これにより、Windows デスクトップへのアクセスを最小限に抑えることができます。

以下に、ソフトウェア・パレット上に表示されるアイコン、テキスト、およびアイコン・クリック時の動作を示します。



Datasheet Characterization

データシート特性測定ソフトウェアを起動します。「データシート特性測定ソフトウェア (p. 4-5) 」を参照してください。



I/V Measurement

I/V 測定ソフトウェアを起動します。「 I/V 測定ソフトウェア (p. 4-45) 」を参照してください。



Capacitance Measurement

キャパシタンス測定ソフトウェアを起動します。「キャパシタンス測定ソフトウェア (p. 4-78) 」を参照してください。



Gate Charge Measurement

ゲートチャージ測定ソフトウェアを起動します。「ゲートチャージ測定ソフトウェア (p. 4-108) 」を参照してください。



Power Loss Calculation

パワーロス計算ソフトウェアを起動します。「パワーロス計算ソフトウェア (p. 4-133) 」を参照してください。



Thermal Monitor/Control

温度モニタ／コントロール ソフトウェアを起動します。「温度モニタ／コントロール ソフトウェア (p. 4-155) 」を参照してください。



Minimize

ソフトウェア・パレットを最小化します。デスクトップへアクセスする場合に便利です。最小化したソフトウェア・パレットはタスクバー上のアイコンをクリックすることにより、再び表示することができます。



Exit

パレットの右上隅にマウス・カーソルを置くと終了ボタンが表示され、クリックすると測定ソフトウェアとパレットを終了します。

EasyEXPERT を使用する際や、Easy Test Navigator のアップデートを行う際には、この操作によって予め終了させてください。

データシート特性測定ソフトウェア

データシート特性測定ソフトウェアは、デバイスのデータシートに記載される I/V 特性、キャパシタンス特性、ゲートチャージ特性の各種パラメータおよび特性グラフの測定を行います。本ソフトウェアの特徴を以下に記します。

- 使い慣れたデータシートと同様のフォーマットを使用して、デバイス・パラメータの測定だけでなく特性の測定も実行できるシンプルな動作環境
  - データシートと同様のフォーマットを用いて測定条件を入力
  - グラフ最小／最大値を用いて掃引出力スタート／ストップ値を設定
  - 測定されたパラメータと特性をデータシートと同様のフォーマットで表示
  - 測定結果を期待値と自動的に比較
- 付属テンプレート（下記）を使用することにより、デバイス特性評価のためのソフトウェアの学習時間を短縮
  - MOSFET
  - IGBT
  - Diode
  - Component

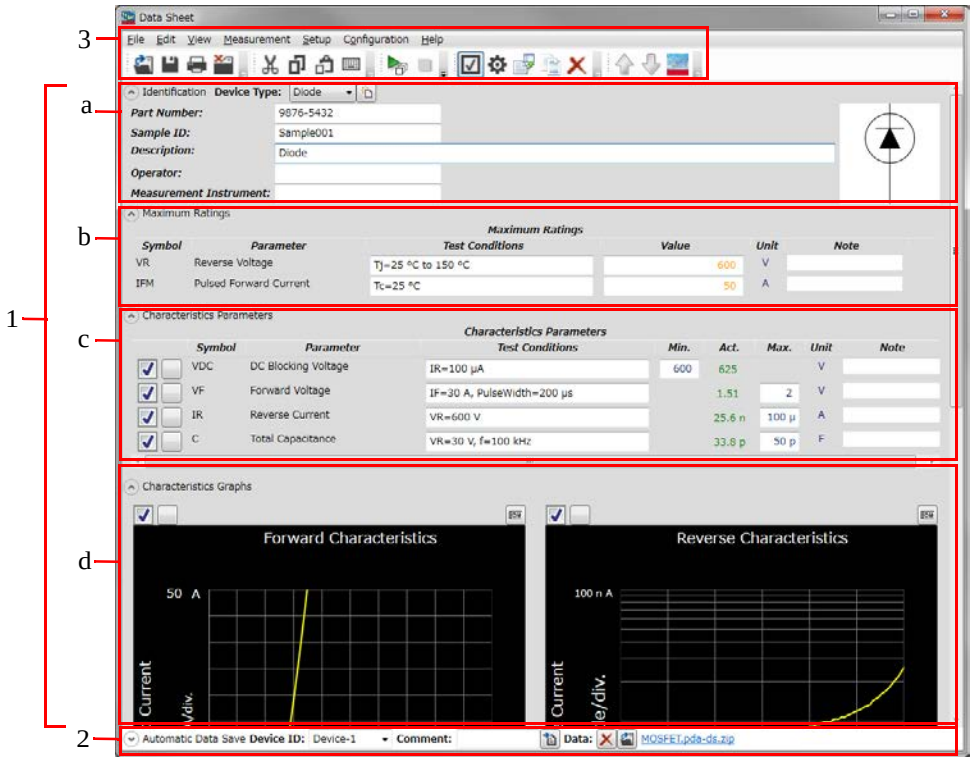
  テンプレートはデータシート特性測定ソフトウェア専用の設定・測定データ・ファイルであり、本書では ETN DS ファイルと表現しています。
- 製造元から提供されるデータシートではカバーされていないデータも効果的に取得

本ソフトウェアに付属されているテンプレートの詳細については、「付属テンプレートに定義されているパラメータ (p. 4-31)」を参照してください。
また、実際の測定デバイスに合わせた ETN DS ファイルを作成するには、「カスタム・ファイルの作成 (p. 4-43)」を参照してください。

GUI 概要

データシート特性測定ソフトウェアの GUI（グラフィック・ユーザ・インタフェース）は以下の領域で構成されています。

Figure 4-1 **データシート特性測定ソフトウェアの GUI**



1. ワークエリア (p. 4-8 を参照)

   測定条件設定と測定データ表示の機能を提供します。ワークエリアは以下の領域から構成されています。

   a. Identification (p. 4-8 を参照)

   b. Maximum Ratings (p. 4-10 を参照)

   c. Characteristics Parameters (p. 4-11 を参照)

   d. Characteristics Graphs (p. 4-13 を参照)

2. Automatic Data Save (p. 4-16 を参照)

本ソフトウェア専用の設定・測定データ・ファイルである、ETN DS ファイルの自動保存に関わる機能を提供します。ETN DS ファイルには、すべての設定データおよび測定データが含まれます。

3. 操作ツール

   - ツールバー (p. 4-18 を参照)

     使用頻度の高い機能をボタン形式で提供します。

   - メイン・メニュー (p. 4-21 を参照)

     操作に必要な機能をメニュー形式で提供します。

本ソフトウェアで表示されるダイアログ・ボックスについては、「ダイアログ・ボックス (p. 4-26)」を参照してください。

本ソフトウェアで取り扱うファイルについては、「ファイルの一覧 (p. 4-28)」を参照してください。

ワークエリア

ワークエリアを用いて、測定条件の設定と測定データの表示を行います。ワークエリアは以下の領域から構成されています。

- Identification (p. 4-8 を参照)
- Maximum Ratings (p. 4-10 を参照)
- Characteristics Parameters (p. 4-11 を参照)
- Characteristics Graphs (p. 4-13 を参照)

Identification

この領域では、測定サンプル（DUT）のデバイス・タイプの選択と、DUT の識別情報の入力を行います。

Identification の行をクリックすると、本領域が非表示／表示されます。

Figure 4-2 Identification



a. Device Type

デバイス・タイプの選択肢をリストします。測定対象のデバイス・タイプを、このリストから選択します。

- MOSFET

  MOSFET を選択します。「MOSFET テンプレート (p. 4-31)」に測定項目の説明があります。

- IGBT

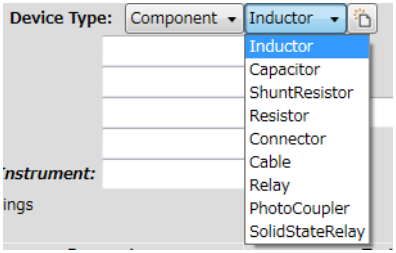
  IGBT を選択します。「IGBT テンプレート (p. 4-36)」に測定項目の説明があります。

- Diode

  ダイオードを選択します。「Diode テンプレート (p. 4-41)」に測定項目の説明があります。

- Component

  下図のようにコンポーネントの選択肢をリストするポップアップ・メニューを表示します。測定対象のコンポーネントを、このリストから選択します。



b. New Datasheet ボタン

   Data Type によって指定されるテンプレートを読み込んで、新しく設定・測定データ（ETN DS ファイル）が作成されます。そして、テンプレートに含まれている測定条件や測定データが、Maximum Ratings、Characteristics Parameters、Characteristics Graphs の領域に表示されます。

c. Part Number

   測定サンプル（DUT）の型番を ETN DS ファイルに記録するには、ここに入力します。

d. Sample ID

   測定サンプル（DUT）の個体識別名を ETN DS ファイルに記録するには、ここに入力します。

e. Description

   測定サンプル（DUT）についての説明等を ETN DS ファイルに記録するには、ここに入力します。

f. Operator

   測定を行ったオペレータの情報を ETN DS ファイルに記録するには、ここに入力します。

g. Measurement Instrument

   測定に用いた測定器の情報を ETN DS ファイルに記録するには、ここに入力します。

h. 回路記号表示

選択されたデバイス・タイプの回路記号が表示されます。回路記号上で右クリックすると、以下のポップアップ・メニューが表示されます。

System Picture
既定の回路記号を表示します。

Import Picture
Open Picture ダイアログ・ボックスが開きます。ファイル名を指定して独自の画像ファイルを表示します。

Clear Picture 現在の表示をクリアします。

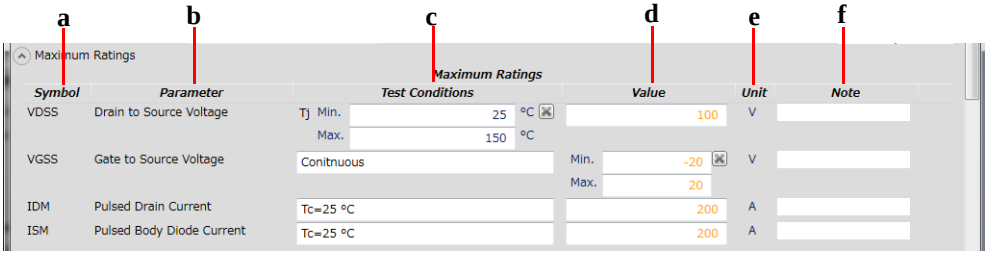
Maximum Ratings

この領域では、測定サンプル（DUT）の最大定格を入力します。入力した最大定格は各測定項目での測定条件設定に対する制限として機能します。

各列の順番は、列見出しをドラッグすることによって変更できます。

Maximum Ratings の行をクリックすると、本領域が非表示／表示されます。

Figure 4-3 Maximum Ratings



a. Symbol

定格パラメータのシンボル。テキストをクリックすると編集可能となります。

b. Parameter

定格パラメータの名前。テキストをクリックすると編集可能となります。

c. Test Condition

定格条件。フィールドをクリックすると編集可能となります。展開された編集用フィールドを閉じるには、Close ボタンをクリックします。

d. Value

定格値。フィールドをクリックすると編集可能となります。展開された編集用フィールドを閉じるには、Close ボタンをクリックします。

e. Unit

定格値の単位を表示します。

f. Note

定格値に対する備考を ETN DS ファイルに記録するには、ここに入力します。

Characteristics Parameters

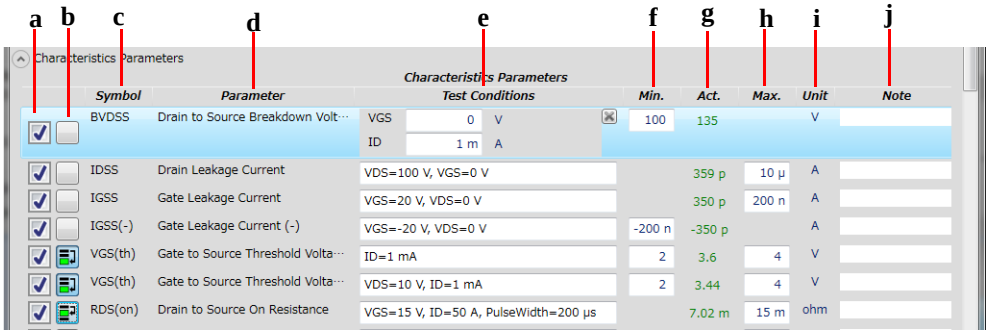
この領域では、特性パラメータ（測定項目）の測定条件を設定します。各特性パラメータの測定条件は一行に収められています。

各特性パラメータの行内の余白部分（入力領域でない部分）をクリックすることで、測定項目の選択が可能です。選択時にはその行がハイライト表示されます。

各列の順番は、列見出しをドラッグすることによって変更できます。

Characteristics Parameters の行をクリックすると、本領域が非表示／表示されます。

Figure 4-4　Characteristics Parameters



a. チェックボックス

チェックボックスをチェックすると測定実行対象となります。

b. 実行優先度

測定項目毎に、測定実行優先度を設定することができます。既定では、全項目が最優先に設定されています。ボタンをクリックすることで、下記 3 レベルから選択することができます。

: 最優先
: 第二優先
: 第三優先

測定実行順については、「測定の実行順序 (p. 4-15)」を参照してください。

c. Symbol

特性パラメータのシンボル。テキストをクリックすると編集可能となります。

d. Parameter

特性パラメータの名前。テキストをクリックすると編集可能となります。

e. Test Conditions

特性パラメータの測定条件。フィールドをクリックすると編集可能となります。展開された編集用フィールドを閉じるには、Close ボタンをクリックします。

f. Min.

特性パラメータの期待値の下限。期待値に下限がない場合はブランク（空欄）にします。

g. Act.

特性パラメータの測定値が表示されます。

測定値が期待値の範囲外（Min. の値から Max. の値の範囲外）の場合、斜体での赤字表示となります。

h. Max.

特性パラメータの期待値の上限。期待値に上限がない場合はブランク（空欄）にします。

i. Unit

特性パラメータの単位。

j. Note

特性パラメータの測定値に対する備考を ETN DS ファイルに記録するには、ここに入力します。

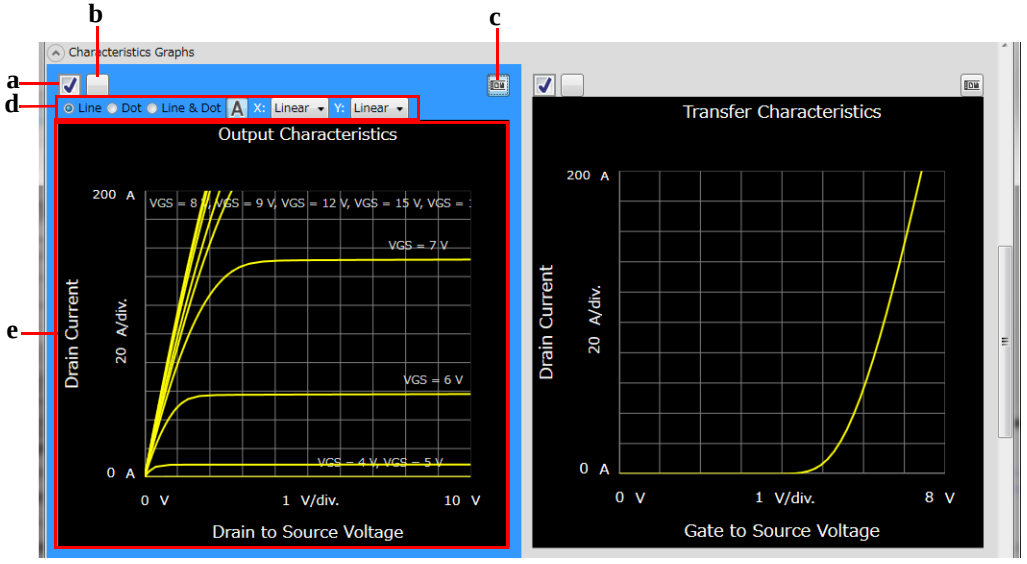
Characteristics Graphs

この領域では、特性グラフ（測定項目）の測定条件を設定します。測定条件の設定は各グラフ上で行います。

各特性グラフ領域内をクリックすることで、測定項目の選択が可能です。選択時にはグラフの外枠がハイライト表示されます。

Characteristics Graphs の行をクリックすると、本領域が非表示／表示されます。

Figure 4-5　Characteristics Graphs



a. チェックボックス

チェックボックスをチェックすると測定実行対象となります。

b. 実行優先度

測定項目毎に、測定実行優先度を設定することができます。既定では、全項目が最優先に設定されています。ボタンをクリックすることで、下記 3 レベルから選択することができます。

: 最優先
: 第二優先
: 第三優先

測定実行順については、「測定の実行順序 (p. 4-15)」を参照してください。

c. グラフツール・ボタン

グラフ上部のグラフツールの表示／非表示を切り替えます。

d. グラフツール

以下のツールが提供されています。

- トレース表示形式選択肢

  以下の選択肢からトレースの表示形式を選択できます。

  - Line

    測定点間を線で結んで表示します。

  - Dot

    測定点をドット表示します。

  - Line & Dot

    測定点をドット表示し、測定点間を線で結んで表示します。

- トレース・ラベル・ボタン 

  複数のトレースを区別するラベルの表示／非表示を切り替えます。

- 軸スケール選択肢

  以下の選択肢から X 軸、Y 軸のスケールを選択できます。

  - Linear

    リニア・スケールでデータを表示します。

  - PositiveLog

    正の範囲のデータをログ・スケールで表示します。

  - NegativeLog

    負の範囲のデータをログ・スケールで表示します。

e. グラフ

測定データのトレースを表示します。

X 軸および Y 軸の最小値と最大値は、値をクリックすると編集可能となります。

電圧出力または電流出力に対応する軸の最小値／最大値は、掃引出力のスタート値／ストップ値の設定に使用されます。

測定の実行順序

測定が実行されると、各測定項目は測定の優先度、測定の種類、測定項目の位置、アダプタの変更の必要性などに従って、以下の順番で実行されます。

1. I/V またはキャパシタンス測定の測定項目
    a. 最優先に設定された測定項目
        1. Characteristics Parameters 領域の測定項目を、リストの上から順に実施します。
        2. Characteristics Graphs 領域の測定項目を、最上段左、最上段右、次段左、次段右、…、最下段左、最下段右の順に実施します。
    b. 第二優先に設定された測定項目
        1. Characteristics Parameters 領域の測定項目を、リストの上から順に実施します。
        2. Characteristics Graphs 領域の測定項目を、最上段左、最上段右、次段左、次段右、…、最下段左、最下段右の順に実施します。
    c. 第三優先に設定された測定項目
        1. Characteristics Parameters 領域の測定項目を、リストの上から順に実施します。
        2. Characteristics Graphs 領域の測定項目を、最上段左、最上段右、次段左、次段右、…、最下段左、最下段右の順に実施します。
2. （アダプタの変更作業）
3. ゲートチャージ測定の測定項目
    a. 最優先に設定された測定項目
        1. Characteristics Parameters 領域の測定項目を、リストの上から順に実施します。
        2. Characteristics Graphs 領域の測定項目を、最上段左、最上段右、次段左、次段右、…、最下段左、最下段右の順に実施します。
    b. 第二優先に設定された測定項目

1. Characteristics Parameters 領域の測定項目を、リストの上から順に実施します。
2. Characteristics Graphs 領域の測定項目を、最上段左、最上段右、次段左、次段右、…、最下段左、最下段右の順に実施します。

c. 第三優先に設定された測定項目

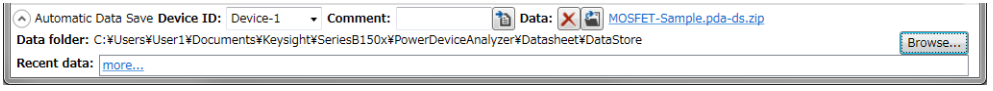
1. Characteristics Parameters 領域の測定項目を、リストの上から順に実施します。
2. Characteristics Graphs 領域の測定項目を、最上段左、最上段右、次段左、次段右、…、最下段左、最下段右の順に実施します。

Automatic Data Save

この領域では、測定条件を含むすべての設定データおよび測定データの自動保存の設定を行います。これらのデータは、全項目の測定が終了すると、指定されたフォルダ内の ETN DS ファイルに自動的に保存されます。

Automatic Data Save の行をクリックすると、下記の Data folder および Recent data フィールドを表示／非表示することができます。

Figure 4-6 Automatic Data Save



Device ID

測定サンプル（DUT）のデバイス ID を文字列として入力します。最近入力された 10 件までのデバイス ID は履歴として保持され、この履歴リストからデバイス ID を選択することもできます。

入力されたデバイス ID は、測定完了時に自動的に ETN DS ファイルに記録されます。

最新の ETN DS ファイルに対しては、記録されているデバイス ID を測定完了後に変更することもできます。変更するには、Device ID フィールドでデバイス ID を変更して、適用ボタン をクリックします。

Comment

コメントを文字列として入力します。

入力されたコメントは、測定完了時に自動的に ETN DS ファイルに記録されます。

最新の ETN DS ファイルに対しては、記録されているコメントを測定完了後に変更することもできます。変更するには、Comment フィールドでコメントを変更して、適用ボタン をクリックします。

Data

自動保存された最新の ETN DS ファイル名もしくは最後に開いた ETN DS ファイル名が表示されます。以下の操作を行うことができます。

- オープン・ボタン をクリックすると、その ETN DS ファイルが読み込まれます。
- フォルダ名をクリックすると、その ETN DS ファイルの名前を変更することができます。
- 削除ボタン をクリックすると、その ETN DS ファイルを削除することができます。

Data folder

ETN DS ファイルの自動保存先フォルダのパスを絶対パス形式で表示します。保存先フォルダを変更するには、Browse ボタンをクリックします。フォルダ選択ダイアログ・ボックスが表示され、選択したフォルダが自動保存先フォルダに設定されます。

既定のデータ・フォルダについては「ファイルの一覧 (p. 4-28)」を参照してください。

Recent data

最近自動保存された 10 件までの ETN DS ファイルをハイパーリンク形式で表示します。ハイパーリンクをクリックすると編集中の内容を破棄してファイルを開きます。

自動保存された ETN DS ファイルが 10 件を超える場合、自動保存先フォルダ内のファイルへアクセスするためのハイパーリンク ”more...” を表示します。このハイパーリンクをクリックすると、Open Data File ダイアログ・ボックスが表示され、ここで選択された ETN DS ファイルを開くことができます。

ツールバー

Figure 4-7 ツールバー



ツールバーは 5 つのツールボタン・グループから構成されています。以下に各グループのツールボタンを記します。

File ツールボタン・グループ

Open	Open File ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定して ETN DS ファイルを開きます。ファイルを開くと、現在のデータシートのデータはクリアされます。
Save	現在のデータシートのデータを同じファイル名で保存します。
Print	現在の編集内容をデータシートとしてプリンタに出力します。または、XPS あるいは PDF 形式のドキュメント・ファイルを出力します。
Exit	I/V 測定ソフトウェアを終了します。保存されていない編集内容は破棄されます。

Edit ツールボタン・グループ

Cut	選択されたテキストをクリップボードに切り取ります。
Copy	選択されたテキストをクリップボードにコピーします。
Paste	クリップボードの内容をテキスト入力に貼り付けます。
On-screen keyboard	スクリーン・キーボードを起動します。

Measurement ツールボタン・グループ



Start without data cleared

測定実行対象となっている測定項目に対して順に測定を実行します。測定が開始されると、測定実行対象、対象外にかかわらず、全項目に対する既存の測定データは消去されます。測定中はフロントパネルの Measurement インジケータが点灯します。



Start with data cleared

測定実行対象となっている測定項目に対して順に測定を実行します。測定が開始されると、その項目に対する既存の測定データは消去されます。測定が中断された場合は、中断されるまでに取得された測定データが残ります。測定が開始されなかった項目および測定実行対象外の項目に対する既存データは残ります。測定中はフロントパネルの Measurement インジケータが点灯します。

NOTE

上記の 2 つの Start ボタンは、後述の Start Options の設定によって、表示が切り替わります。



Stop Measurement

実行中の測定を停止します。

Measurement > Stop メニュー、もしくはフロント・パネル上の Stop キーを用いて測定を停止することも可能です。



Start Options

Start ツールボタンのオプション設定のため、以下のメニューを表示します。

- Without data cleared
- With data cleared

Setup ツールボタン・グループ



All Check/ Uncheck

このツールボタンは、3 種類のボタン表示により、現在の測定項目のチェック状態を示します。
この状態は、すべての測定項目が無効になっていることを示します。
この状態でクリックすると、すべての測定項目を測定対象にするため、全項目の測定実行選択用チェックボックスをチェックします。



この状態は、一部の測定項目が有効になっていることを示します。
この状態でクリックすると、すべての測定項目を測定対象にするため、全項目の測定実行選択用チェックボックスをチェックします。



この状態は、すべての測定項目が有効になっていることを示します。
この状態でクリックすると、すべての測定項目を測定対象から外すため、全項目の測定実行選択用チェックボックスのチェックを外します。



Setup

Characteristics Parameters 領域または Characteristics Graphs 領域でハイライト（選択）された測定項目の詳細設定を行います。

測定項目に対応する設定・測定データを、対応する以下の測定ソフトウェア（以下のどれか）を用いて開きます。

- I/V 測定ソフトウェア
- キャパシタンス測定ソフトウェア
- ゲートチャージ測定ソフトウェア

起動した測定ソフトウェア上で、データシート特性測定ソフトウェアの GUI には現れない測定条件の設定・変更や、測定項目単独での測定実行が行えます。



Import

Characteristics Parameters 領域または Characteristics Graphs 領域でハイライト（選択）された測定項目の設定データおよび測定データに、各種測定ソフトウェアで作成された測定データ・ファイルのデータをインポート（読み込み）します。

新しく追加した測定項目に既存の設定・測定データを取り込む場合や、既に含まれている同名測定項目の設定・測定データを置き換える場合に使用します。

Duplicate Characteristics Parameters 領域または Characteristics Graphs 領域でハイライト（選択）された測定項目の複製を作成します。
複製した項目はもとの項目の直後に配置されます。

同じ測定項目に対して、異なる条件を設定する場合に使用します。

Delete Characteristics Parameters 領域または Characteristics Graphs 領域でハイライト（選択）された測定項目を削除します。

View ツールボタン・グループ

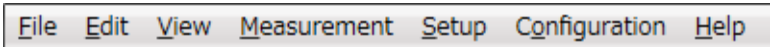
Page Up ウインドウの表示範囲を上方向にスクロールします。

Page Down ウインドウの表示範囲を下方向にスクロールします。

Go to Palette ソフトウェア・パレットを全面に表示します。

メイン・メニュー

Figure 4-8 メイン・メニュー



以下にメイン・メニューの機能を説明します。

File メニュー ETN DS ファイルの操作メニューを表示します。File メニューは以下のメニュー項目からなります。ファイルのタイプと拡張子については「ファイルの一覧 (p. 4-28)」を参照してください。

New 初期状態から始めるために、現在のすべての設定データおよび測定データをクリアします。

Open... Open File ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定して ETN DS ファイルを開きます。ファイルを開くと、現在のすべての設定データおよび測定データはクリアされます。

Save 現在の設定データおよび測定データを同じファイル名で保存します。

Save As... Save Data File ダイアログ・ボックスを開きます。現在の設定データおよび測定データを指定されたファイル名で保存します。

数値データをテキスト形式（.txt）で保存することもできます。

Print... 現在の編集内容をデータシートとしてプリンタに出力します。または、XPS（XML Paper Specification）形式のドキュメント・ファイルとして出力します。

XPS 形式で出力する場合、印刷ダイアログ・ボックスにてプリンタに Microsoft XPS Document Writer を選択します。

PDF Writer/Printer が利用可能な場合は同様に PDF 形式での出力が可能です。

Change Device ID... ETN DS ファイル内に記録されているデバイス ID を変更します。

Change Device ID ダイアログ・ボックスを開き、選択された ETN DS ファイルに記録されているデバイス ID を一括して変更します。「Change Device ID ダイアログ・ボックス (p. 4-75)」を参照してください。

Recent Setup Files 最大 10 件までの最近利用した ETN DS ファイルの一覧をメニュー項目として表示します。最近利用した ETN DS ファイルを簡単に開くことができます。

Exit データシート特性測定ソフトウェアを終了します。保存されていない編集内容は破棄されます。

Edit メニュー 設定編集用メニューを表示します。Edit メニューは以下のメニュー項目からなります。

Cut 選択されたテキストをクリップボードに切り取ります。

Copy 選択されたテキストをクリップボードにコピーします。

Paste クリップボードの内容をテキスト入力に貼り付けます。

On-screen keyboard... スクリーン・キーボードを起動します。

View メニュー

表示設定用メニューを表示します。View メニューは以下のメニュー項目からなります。

Go to Palette
ソフトウェア・パレットを全面に表示します。

Page
ページのスクロールを行います。Page メニューは以下のメニュー項目からなります。

- **Up**: ウインドウの表示範囲を上方向にスクロールします。
- **Down**: ウインドウの表示範囲を下方向にスクロールします。

Main Window
メイン・ウィンドウの表示に関する設定を行います。Main Window メニューは以下のメニュー項目からなります。

- **Fullscreen**: チェック付きメニュー項目です。フルスクリーン表示／通常ウィンドウ表示の切り替えを行います。

  チェックをオンするとタイトルバー無しのウィンドウ・スタイルでのフルスクリーン表示となります。

  チェックをオフするとタイトルバー付きの通常ウィンドウ・スタイルでの表示となります。

  既定ではチェックはオンされています。

Color Settings...
各種色設定を行う Color Setting ダイアログ・ボックスを開きます。「Color Setting ダイアログ・ボックス (p. 4-27)」を参照してください。

Measurement メニュー

測定操作用メニューを表示します。Measurement メニューは以下のメニュー項目からなります。

Start with data cleared
測定実行対象となっている測定項目に対して順に測定を実行します。測定が開始されると、測定実行対象、対象外にかかわらず、全項目に対する既存の測定データは消去されます。測定中はフロントパネルの Measurement インジケータが点灯します。

Start without data cleared
測定実行対象となっている測定項目に対して順に測定を実行します。測定が開始されると、その項目に対する既存の測定データは消去されます。測定が中断された場合は、中断されるまでに取得された測定データが残ります。測定が開始されなかった項目および測定実行対象外の項目に対する既存データは残ります。測定中はフロントパネルの Measurement インジケータが点灯します。

Stop
実行中の測定を停止します。

ツールバーの Stop Measurement ボタン、もしくはフロント・パネル上の Stop キーを用いて測定を停止することも可能です。

Setup メニュー
測定項目のセットアップ操作用メニューを表示します。Setup メニューは以下のメニュー項目からなります。

Check All
すべての測定項目を測定対象にするため、全項目の測定実行選択用チェックボックスをチェックします。

Uncheck All
すべての測定項目を測定対象から外すため、全項目の測定実行選択用チェックボックスからチェックを外します。

Setup
Characteristics Parameters 領域または Characteristics Graphs 領域でハイライト（選択）された測定項目の詳細設定を行います。

測定項目に対応する設定・測定データを、対応する以下の測定ソフトウェア（以下のどれか）を用いて開きます。

- I/V 測定ソフトウェア
- キャパシタンス測定ソフトウェア
- ゲートチャージ測定ソフトウェア

起動した測定ソフトウェア上で、以下を行うことができます。

- データシート特性測定ソフトウェアの GUI には現れない測定条件の設定・変更
- 測定項目単独での測定実行
  （測定結果は自動的にデータシート特性測定ソフトウェア GUI 上に反映されます）

起動した測定ソフトウェアで設定変更を行ったあとで、測定を実行せずにデータ保存を行うと、その変更内容は、データシート特性測定ソフトウェア上でのデータ保存時に、ETN DS ファイル内に取り込まれます。

Import

Characteristics Parameters 領域または Characteristics Graphs 領域でハイライト（選択）された測定項目の設定データおよび測定データに、以下の測定ソフトウェアで作成された測定データ・ファイルのデータをインポート（読み込み）します。

- I/V 測定ソフトウェア
- キャパシタンス測定ソフトウェア
- ゲートチャージ測定ソフトウェア

以下の手順で既存測定データ・ファイルを読み込みます。

1. 操作対象の測定項目をハイライト（選択）します。
2. Setup > Import メニューを選択します。

   Open Data ダイアログ・ボックスが開きます。
   既定読み出しフォルダとして、ハイライトされた測定項目に関連する測定ソフトウェアの既定保存用フォルダを開きます。
3. 測定データ・ファイルを選択し、ハイライトされた測定項目に対応する設定・測定データを指定したファイルから読み込みます。

以上により、ハイライトされた測定項目に対する既存の設定・測定データは消去されて、ファイルから設定・測定データがインポートされます。

新しく追加した測定項目に既存の設定・測定データを取り込む場合や、既に含まれている同名測定項目の設定・測定データを置き換える場合に使用します。

Duplicate

Characteristics Parameters 領域または Characteristics Graphs 領域でハイライト（選択）された測定項目の複製を作成します。以下の手順で複製を作成します。

1. 操作対象の測定項目をハイライト（選択）します。
2. Setup > Duplicate メニューを選択します。
   複製した項目はもとの項目の直後に配置されます。

同じ測定項目に対して、異なる条件を設定する場合に使用します。

Delete Characteristics Parameters 領域または Characteristics Graphs 領域でハイライト（選択）された測定項目を削除します。

Configuration メニュー メインフレーム内蔵モジュールとテスト・フィクスチャの構成管理用メニューを表示します。Configuration メニューは以下のメニュー項目からなります。

Module... Module Configuration ダイアログ・ボックスを開きます。「Module Configuration ダイアログ・ボックス (p. 4-174)」を参照してください。

Help メニュー Help メニューは以下のメニュー項目からなります。

About... アバウト・ボックスを開きます。「アバウト・ボックス (p. 4-27)」を参照してください。

ダイアログ・ボックス

Change Device ID ダイアログ・ボックス

Change Device ID ダイアログ・ボックスは、選択された ETN DS ファイルに記録されているデバイス ID を一括して変更します。

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー File > Change Device ID... から開かれます。

Device ID フィールド 新しいデバイス ID を入力します。履歴から選択することもできます。

Add... ボタン ファイル選択用ダイアログ・ボックスを表示して、変更対象となる ETN DS ファイルを選択します。選択されたファイルはダイアログ・ボックス上の変更対象ファイル一覧に追加されます。（複数選択も可）

Remove ボタン 変更対象ファイル一覧から選んだ ETN DS ファイルを変更対象から除外します。

Execute ボタン デバイス ID の変更を実行します。

Close ボタン 本ダイアログ・ボックスを終了します。

Color Setting ダイアログ・ボックス

Color Setting ダイアログ・ボックスは、以下にリストされる項目の色設定を行います。設定内容はユーザ設定として保存されます。

- Window Background（ウィンドウの背景色）
- Graph Background（グラフの背景色）
- Graph Axis（グラフの軸の色）
- Graph Grid（グラフのグリッドの色）
- Graph Text（グラフのテキストの色）
- Trace（特性曲線のトレース色）

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー View > Color Settings... から開かれます。

各項目右側のカラー・パターンをクリックすると色の選択に使用されるダイアログ・ボックスが開きます。

Apply ボタン　現在の設定を適用します。

Reset ボタン　初期設定に戻します。

OK ボタン　現在の設定を適用し、ダイアログ・ボックスを閉じます。

Cancel ボタン　現在の設定を適用しないで、ダイアログ・ボックスを閉じます。

アバウト・ボックス

アバウト・ボックスはモデル番号、ソフトウェアのレビジョン情報、ソフトウェア更新用のダウンロード URL 等を表示します。

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー Help > About... から開かれます。

ファイルの一覧

以下の表は、本ソフトウェア上で扱われるファイルの一覧を示します。

Table 4-1　　ファイル一覧

ファイル・タイプ	説明	拡張子	既定保存フォルダ
ETN DS ファイル	データシート特性測定ソフトウェア専用の設定・測定データ。全測定項目の測定条件と測定結果のデータが含まれます。デバイス ID およびコメントも含みます。 全項目の測定が終了すると、指定されたフォルダに自動的に保存されます。また、File メニューを用いて、任意のタイミングで保存することもできます。	*.pda-ds.zip	C:\Users\<user name>\Documents\Keysight\SeriesB150x\PowerDeviceAnalyzer\Datasheet\DataStore （変更可能）
テキスト出力ファイル	全測定項目の測定条件と測定結果のデータが含まれます。デバイス ID およびコメントも含みます。（テキスト形式） File メニューを用いて、任意のタイミングで保存できます。	*.txt	（任意）
I/V 測定データ・ファイル	インポート用。 I/V 測定ソフトウェアで作成された測定データ・ファイル。I/V 測定のセットアップ・データおよび測定データが含まれます。	*.pda-iv.txt	C:\Users\<user name>\Documents\Keysight\SeriesB150x\PowerDeviceAnalyzer\IV\DataStore （既定読み出しフォルダ、変更可能）

ファイル・タイプ	説明	拡張子	既定保存フォルダ
キャパシタンス測定データ・ファイル	インポート用。キャパシタンス測定ソフトウェアで作成された測定データ・ファイル。キャパシタンス測定のセットアップ・データおよび測定データが含まれます。	*.pda-cap.txt	C:\Users\<user name>\Documents\Keysight\SeriesB150x\PowerDeviceAnalyzer\DeviceCapacitance\DataStore（既定読み出しフォルダ、変更可能）
ゲートチャージ測定データ・ファイル	インポート用。ゲートチャージ測定ソフトウェアで作成された測定データ・ファイル。ゲートチャージ測定のセットアップ・データおよび測定データが含まれます。	*.pda-qg.txt	C:\Users\<user name>\Documents\Keysight\SeriesB150x\PowerDeviceAnalyzer\GateCharge\DataStore（既定読み出しフォルダ、変更可能）
XPS 出力ファイル	XPS 形式[a] の印刷出力ファイル	*.xps	（任意）

a. XPS（XML Paper Specification）は Windows で採用されている標準ドキュメント形式です。

自動保存時の ETN DS ファイル名

自動保存される ETN DS ファイルの名前は以下のようになります。

<DeviceID>_<TEMP>_<TIME>.pda-ds.zip

<DeviceID>: デバイス ID

<TEMP>: 温度情報

<TIME>: 保存時の時間

例：Device-1_@Ch1=30degC_Ch2=30degC_2014-10-30_18-56-55.pda-ds.zip

また、以下の規則に従ってファイル名が決定されます。

1. <TEMP> は、利用可能な温度計とその読み値を含む、以下の文字列となります。温度計を有効にするには、温度モニタ／コントロール ソフトウェアを使用します。「温度モニタ／コントロール ソフトウェア (p. 4-155)」を参照してください。

   @<thermometer>=<reading>degC

- <thermometer>: 温度計を示す識別子

Ch1	B1506A の Channel 1 温度計
Ch2	B1506A の Channel 2 温度計
Air	ThermoStream のエア噴出し口温度計
DUT	ThermoStream の DUT 温度計

- <reading>: 温度計の最新読み値（摂氏）

  複数の温度計が有効な場合は、温度情報がアンダースコア（_）で連結されます。連結される文字列に、@ は含まれません。

  例：@Ch1=25degC_Ch2=75degC_Air=100degC

2. <TIME> は、年、月、日、時、分、秒を含む文字列となります。その表現は、Windows の時間表現設定に依存します。また、ファイル名に使用できない文字は、アンダースコアで置換されます。

   例 1: 2014-10-30_18-56-55
   例 2: 30-10-2014_6-56-55_PM

3. ファイル名が既存のファイル名と重複する場合、拡張子の前に括弧 () で閉じられた 2 以上の通し番号が付けられます。

   例：
   Device-1_@Ch1=30degC_Ch2=30degC_2014-10-30_18-56-55(3).pda-ds.zip

付属テンプレートに定義されているパラメータ

ここでは、本ソフトウェアに付属されている代表的なテンプレートに定義されている最大定格および特性測定項目について説明します。

MOSFET テンプレート

MOSFET 用のテンプレートに含まれる最大定格、特性測定項目を表に示します。

最大定格には以下の項目が含まれます。

Table 4-2 Maximum Ratings

Parameter	Symbol
Drain to Source Voltage	VDSS
Gate to Source Voltage	VGSS
Pulsed Drain Current	IDM
Pulsed Body Diode Current	ISM

特性パラメータには以下の測定項目が含まれます。

表中の Conditions に記されたパラメータの値を測定条件として設定します。また、Ratings に記された定格パラメータは測定条件に対する制限値として機能します。

Table 4-3 Characteristics Parameters

Parameter	Symbol	Conditions	Ratings
Drain to Source Breakdown Voltage	BVDSS	ID	IDM
		VGS	VGSS
Drain Leakage Current	IDSS	VDS	VDSS
		VGS	VGSS
Gate Leakage Current	IGSS	VGS	VGSS
		VDS	VDSS

Parameter	Symbol	Conditions	Ratings
Gate Leakage Current (-) [a]	IGSS(-)	VGS	VGSS
		VDS	VDSS
Gate to Source Thershold Voltage [b]	VGS(th)	ID	IDM
Gate to Source Threshold Voltage (Constant Drain to Source Voltage)	VGS(th)	VDS	VDSS
		ID	IDM
Drain to Source On Resistance	RDS(on)	VGS	VGSS
		ID	IDM
		PulseWidth	
Drain to Source On Voltage	VDS(on)	VGS	VGSS
		ID	IDM
		PulseWidth	
Body Diode Forward Voltage	VSD	IS	ISM
		VGS	VGSS
Gate Resistance	Rg	VGS	VGSS
		f	
Input Capacitance	Ciss	VDS	VDSS
		VGS	VGSS
		f	
Output Capacitance	Coss	VDS	VDSS
		VGS	VGSS
		f	
Reverse Transfer Capacitance	Crss	VDS	VDSS
		VGS	VGSS
		f	

Parameter	Symbol	Conditions	Ratings
Total Gate Charge	Qg	Vds	VDSS
		Vgs(on)	VGSS
		Vgs(off)	VGSS
		Id	IDM
Gate to Source Charge	Qgs	Vds	VDSS
		Vgs(on)	VGSS
		Vgs(off)	VGSS
		Id	IDM
Gate to Drain Charge	Qgd	Vds	VDSS
		Vgs(on)	VGSS
		Vgs(off)	VGSS
		Id	IDM
Gate to Source Plateau Voltage	Vgs(pl)	Vds	VDSS
		Vgs(on)	VGSS
		Vgs(off)	VGSS
		Id	IDM

a. 負電圧での測定項目です。
b. ドレイン・ソース間とゲート・ソース間に同じ電圧を与えて測定します。

特性グラフには以下の測定項目が含まれます。

表中の Symbols の X と Y は、グラフの X 軸および Y 軸データとして設定されている測定データを示します。また、Ratings の X と Y に記された定格パラメータは測定条件に対する制限値として機能します。

Table 4-4 **Characteristics Graphs**

Characteristics	Symbols		Ratings	
	X	Y	X	Y
Output Characteristics	VDS	ID	VDSS	IDM
Transfer Characteristics	VGS	ID	VGSS	IDM
Drain to Source Resistance vs. Drain Current	ID	RDS	IDM	
Drain to Source Resistance vs. Gate to Source Voltage	VGS	RDS	VGSS	
Drain to Source Voltage vs. Gate to Source Voltage	VGS	VDS	VGSS	VDSS
Body Diode Forward Characteristics	VSD	IS	VDSS	ISM
Capacitances vs. Drain to Source Voltage	VDS	Ciss, Coss, Crss	VDSS	
Gate Charge Characteristics	Qg	Vgs		VGSS

Table 4-3 (p. 4-31) 中の Conditions および Table 4-4 (p. 4-34) 中の Symbols に記された記号の意味は以下の通りです。

Table 4-5 **MOSFET テンプレートの用語一覧**

記号（Symbol）	説明
VGS	ゲート - ソース間電圧
VDS	ドレイン - ソース間電圧
ID	ドレイン電流
PulseWidth	ドレイン電流／電圧パルス幅
f	測定 AC 信号周波数
IS	ボディーダイオード順電流（ソース電流）

記号 （Symbol）	説明
VSD	ボディーダイオード順電圧（ソース - ドレイン間電圧）
RDS	ドレイン - ソース間抵抗
Ciss	入力容量
Coss	出力容量
Crss	帰還容量
Qg	ゲートチャージ
Vgs	ゲート - ソース間電圧（ゲートチャージ測定）
Vgs(on)	ゲート - ソース間オン電圧（ゲートチャージ測定）
Vgs(off)	ゲート - ソース間オフ電圧（ゲートチャージ測定）
Vds	ドレイン - ソース間オフ電圧（ゲートチャージ測定）
Id	ドレイン・オン電流（ゲートチャージ測定）

IGBT テンプレート

IGBT 用のテンプレートに含まれる最大定格、特性測定項目を表に示します。

最大定格には以下の項目が含まれます。

Table 4-6 Maximum Ratings

Parameter	Symbol
Collector to Emitter Voltage	VCES
Gate to Emitter Voltage	VGES
Pulsed Collector Current	ICM
Pulsed Freewheeling Diode Current	IFM

特性パラメータには以下の測定項目が含まれます。

表中の Conditions に記されたパラメータの値を測定条件として設定します。また、Ratings に記された定格パラメータは測定条件に対する制限値として機能します。

Table 4-7 Characteristics Parameters

Parameter	Symbol	Conditions	Ratings
Collector to Emitter Breakdown Voltage	BVCES	IC	ICM
		VGE	VGES
Collector Leakage Current	ICES	VCE	VCES
		VGE	VGES
Gate Leakage Current	IGES	VGE	VGES
		VCE	VCES
Gate Leakage Current (-) [a]	IGES(-)	VGE	VGES
		VCE	VCES
Gate to Emitter Threshold Voltage [b]	VGE(th)	IC	ICM

Parameter	Symbol	Conditions	Ratings
Gate to Emitter Threshold Voltage (Constant Collector to Emitter Voltage)	VGE(th)	VCE	VCES
		IC	ICM
Collector to Emitter Saturation Voltage	VCE(sat)	VGE	VGES
		IC	ICM
		PulseWidth	
Freewheeling Diode Forward Voltage	VF	IF	IFM
		VF	VCES
Gate Resistance	Rg	VGE	VGES
		f	
Input Capacitance	Cies	VCE	VCES
		VGE	VGES
		f	
Output Capacitance	Coes	VCE	VCES
		VGE	VGES
		f	
Reverse Transfer Capacitance	Cres	VCE	VCES
		VGE	VGES
		f	
Total Gate Charge	Qg	Vce	VCES
		Vge(on)	VGES
		Vge(off)	VGES
		IC	ICM

Parameter	Symbol	Conditions	Ratings
Gate to Emitter Charge	Qge	Vce	VCES
		Vge(on)	VGES
		Vge(off)	VGES
		Ic	ICM
Gate to Collector Charge	Qgc	Vce	VCES
		Vge(on)	VGES
		Vge(off)	VGES
		Ic	ICM
Gate to Emitter Plateau Voltage	Vge(pl)	Vce	VCES
		Vge(on)	VGES
		Vge(off)	VGES
		Ic	ICM

a. 負電圧での測定項目です。
b. コレクタ・エミッタ間とゲート・エミッタ間に同じ電圧を与えて測定します。

特性グラフには以下の測定項目が含まれます。

表中の Symbols の X と Y は、グラフの X 軸および Y 軸データとして設定されている測定データを示します。また、Ratings の X と Y に記された定格パラメータは測定条件に対する制限値として機能します。

Table 4-8 **Characteristics Graphs**

Characteristics	Symbols		Ratings	
	X	Y	X	Y
Output Characteristics	VCE	IC	VCES	ICM
Transfer Characteristics	VGE	IC	VGES	ICM
Collector to Emitter Voltage vs. Gate to Emitter Voltage	VCE	VGE	VCES	VGES
Freewheeling Diode Forward Characteristics	VF	IF	VCES	IFM
Capacitances vs. Collector to Emitter Voltage	VCE	Cies, Coes, Cres	VCES	
Gate Charge Characteristics	Qg	Vge		VGES

Table 4-7 (p. 4-36) 中の Conditions および Table 4-8 (p. 4-39) 中の Symbols に記された記号の意味は以下の通りです。

Table 4-9 **IGBT テンプレートの用語一覧**

記号（Symbol）	説明
VGE	ゲート - エミッタ間電圧
VCE	コレクタ - エミッタ間電圧
IC	コレクタ電流
PulseWidth	コレクタ電流／電圧パルス幅
f	測定 AC 信号周波数
IF	フリーホイールダイオード順電流
VF	フリーホイールダイオード順電圧
Cies	入力容量

記号 （Symbol）	説明
Coes	出力容量
Cres	帰還容量
Qg	ゲートチャージ
Vge	ゲート - エミッタ間電圧（ゲートチャージ測定）
Vge(on)	ゲート - エミッタ間オン電圧（ゲートチャージ測定）
Vge(off)	ゲート - エミッタ間オフ電圧（ゲートチャージ測定）
Vce	コレクタ - エミッタ間オフ電圧（ゲートチャージ測定）
Ic	コレクタ・オン電流（ゲートチャージ測定）

Diode テンプレート

ダイオード用のテンプレートに含まれる最大定格、特性測定項目を表に示します。

最大定格には以下の項目が含まれます。

Table 4-10 Maximum Ratings

Parameter	Symbol
Reverse Voltage	VR
Pulsed Forward Current	IFM

特性パラメータには以下の測定項目が含まれます。

表中の Conditions に記されたパラメータの値を測定条件として設定します。また、Ratings に記された定格パラメータは測定条件に対する制限値として機能します。

Table 4-11 Characteristics Parameters

Parameter	Symbol	Conditions	Ratings
DC Blocking Voltage	VDC	IR	
Forward Voltage	VF	IF	IFM
Reverse Current	IR	VR	VR
Total Capacitance	CT	VR	VR
		f	

特性グラフには以下の測定項目が含まれます。

表中の Symbols の X と Y は、グラフの X 軸および Y 軸データとして設定されている測定データを示します。また、Ratings の X と Y に記された定格パラメータは測定条件に対する制限値として機能します。

Table 4-12 **Characteristics Graphs**

Characteristics	Symbols		Ratings	
	X	Y	X	Y
Forward Characteristics	VF	IF		IFM
Reverse Characteristics	VR	IR	VR	
Capacitance	VR	CT	VR	

Table 4-11 (p. 4-41) 中の Conditions および Table 4-12 (p. 4-42) 中の Symbols に記された記号の意味は以下の通りです。

Table 4-13 **Diode テンプレートの用語一覧**

記号 (Symbol)	説明
IR	逆電流
IF	順電流
VR	逆電圧
f	測定 AC 信号周波数
VF	順電圧
CT	トータル・キャパシタンス

カスタム・ファイルの作成

このセクションでは、実際の測定デバイスに合わせた ETN DS ファイルを作成する手順および要点を紹介します。

1. 本ソフトウェアを起動後、Identification 領域で測定サンプル（DUT）のタイプに応じたデバイス・タイプを選択して、New Datasheet ボタン をクリックします。

   ETN DS ファイルの基となる付属テンプレートが読み込まれます。

2. メイン・メニュー File > Save As を用いて、新規 ETN DS ファイルを作成します。

   例えば、CustomMOSFET という名称で保存すると、CustomMOSFET.pda-ds.zip という ETN DS ファイルが作成されます。

3. メイン・メニュー File > Open を用いて、新規 ETN DS ファイル（例：CustomMOSFET）を開きます。続けて作業をする場合には、このステップは省略できます。

4. 下記「カスタマイズ要領」を参考にして、測定条件等をカスタマイズします。

5. カスタマイズが終了したら、メイン・メニュー File > Save を用いて、ETN DS ファイルを保存します。

   作成した ETN DS ファイルを、同種デバイス評価用のテンプレートとして利用する場合には、データを書き換えることのないよう、注意して保管することをお奨めします。
   また、実際の測定には、被測定デバイス毎に異なる名前で保存したファイルを使用することをお奨めします。

NOTE

作成した ETN DS ファイルを開いている状態で、Identification 領域の Device Type と New Datasheet ボタン を使用してはいけません。付属テンプレートのデータが読み込まれてしまいます。

カスタマイズ要領

- Identification のカスタマイズ
  - 各フィールドに適切な情報を入力します。
- Maximum Ratings のカスタマイズ
  - 各最大定格値をレビューして、デバイスに適した値に変更します。
- Characteristics Parameters ／ Characteristics Graphs のカスタマイズ

- 測定項目をレビューして、不要な項目については削除します。
  削除するには、不要な測定項目の行またはグラフをハイライト（選択）して、Delete ボタン  をクリックします（または、Setup メニューから Delete を選択します）。
- 測定項目をレビューして、同じ測定項目を複数の条件で測定する場合にはこれを必要な数だけ複製します。
  複製するには、複製したい測定項目の行またはグラフをハイライト（選択）して、Duplicate ボタン  をクリックします（または、Setup メニューから Duplicate を選択します）。
- 特性パラメータの場合は、Test Conditions の各パラメータの値を、既定値として適切な値に変更します。

  特性グラフの場合は、グラフの電圧／電流軸の最小値／最大値を既定値として適切な出力範囲となるように変更します。
- 測定項目の詳細設定をレビューして、必要な変更を行います。
  詳細設定を確認するには、測定項目の行またはグラフをハイライト（選択）して、Setup ボタン  をクリックします（または、Setup メニューから Setup を選択します）。

  ハイライトされた測定項目に関連した測定ソフトウェアが起動します。起動した測定ソフトウェア上にはその測定項目の詳細設定が表示されます。

  その詳細設定をレビューします。起動した測定ソフトウェア上で測定を実行した場合には、測定結果を確認して、必要に応じて設定変更を行います。測定結果は自動的に本ソフトウェア上の設定データに反映されます。

  設定変更だけを行って、測定を実行しない場合は、測定ソフトウェア上で、データの保存を行ってください。ここで行った変更内容は、設定データの保存時に、ETN DS ファイルにも格納されます。

- 適宜、設定データの保存を行います。

  保存作業によって、起動した測定ソフトウェアで行われた変更が、本ソフトウェア上の設定データ内の対応する測定項目に反映されて、ETN DS ファイルに格納されます。
- すべての測定項目について、必要な設定変更が終了したら、すべての測定項目のチェックボックスをチェックして、データシート特性測定を実行します。そして、測定実行結果の確認を行います。

I/V 測定ソフトウェア

I/V 測定ソフトウェアは、以下を提供します。

- 電圧／電流掃引／スポット測定
- DC ／パルス出力
- プライマリ掃引ソースに対するシングル（一方向）とダブル（往復）の両方でのリニア／ログ掃引（従来のカーブトレーサのコレクタ電源に相当）
- セカンダリ掃引ソースに対するリニア／リスト掃引（従来のカーブトレーサのステップ・ジェネレータに相当）
- コレクタ／ドレイン端子またはベース／ゲート端子のいずれかにプライマリ掃引ソースまたはセカンダリ掃引ソースを割り当てる機能
- 掃引／スポット測定でのロータリーノブによる直感的で対話的な操作
- 代表的な MOSFET、IGBT、ダイオードの I/V 測定用の定義済みテンプレート

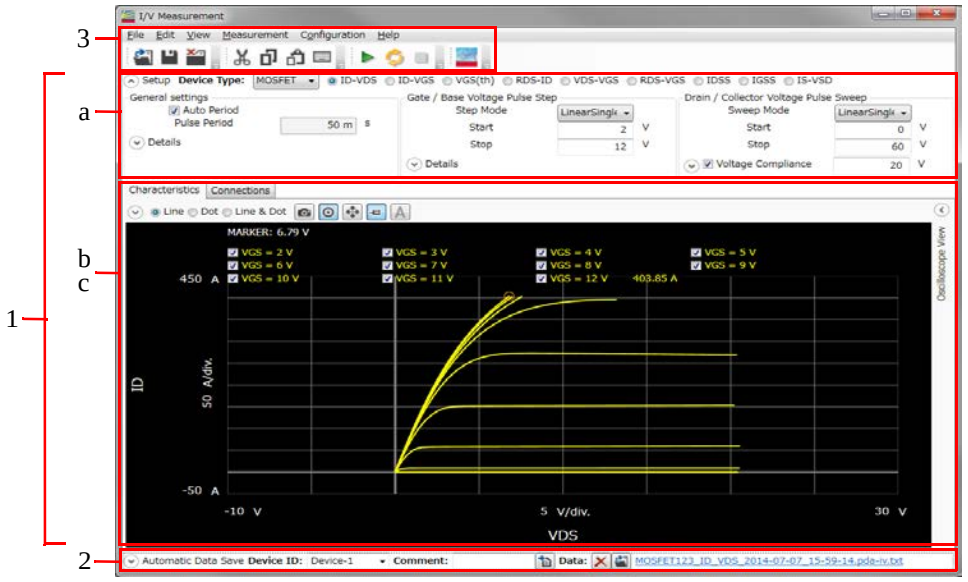
I/V 測定ソフトウェアは、パルス・モードのオシロスコープ表示機能をサポートしています。この機能を用いて、パルス掃引測定において得られる特性曲線上の、指定した測定点での電圧および電流時間波形を観測できます。この機能は、以下のモジュールの測定チャネルにおける電圧／電流両方の波形をモニタリングできます。

- MCSMU
- HVSMU
- HCSMU
- UHCU

GUI 概要

I/V 測定ソフトウェアの GUI（グラフィック・ユーザ・インタフェース）は以下の領域で構成されています。

Figure 4-9 **I/V 測定ソフトウェアの GUI**



1. ワークエリア (p. 4-47 を参照)

   測定セットアップの設定と測定データの表示の機能を提供します。ワークエリアは以下の領域から構成されています。

   a. Setup (p. 4-47 を参照)

   b. Characteristics (p. 4-62 を参照)

   c. Connections (p. 4-68 を参照)

2. Automatic Data Save (p. 4-69 を参照)

   測定データ・ファイルの自動保存に関わる機能を提供します。

3. 操作ツール

   - ツールバー (p. 4-71 を参照)

     使用頻度の高い機能をボタン形式で提供します。

   - メイン・メニュー (p. 4-72 を参照)

操作に必要な機能をメニュー形式で提供します。

本ソフトウェアで表示されるダイアログ・ボックスについては、「ダイアログ・ボックス (p. 4-75)」を参照してください。

本ソフトウェアで取り扱うファイルについては、「ファイルの一覧 (p. 4-76)」を参照してください。

ワークエリア

ワークエリアを用いて、測定セットアップの設定と測定データの表示を行います。ワークエリアは以下の領域から構成されています。

- Setup (p. 4-47 を参照)
- Characteristics (p. 4-62 を参照)
- Connections (p. 4-68 を参照)

Setup

この領域では、DUT のタイプと測定対象の I/V 特性を選択し、その測定条件を入力します。

Figure 4-10 Setup



Device Type

DUT のタイプを以下から選択します。

- MOSFET
- IGBT
- Diode
- Generic2T

  Generic2T は二端子部品汎用デバイス・タイプです。
- Generic

  Generic は上記のデバイス・タイプに当てはまらないデバイスのより一般的な測定を行う場合に選択します。

MOSFET

MOSFET を選んだ場合、以下の I/V 特性測定を選ぶことができます。

- ID-VDS

  出力特性（ID-VDS 特性）を測定する設定が新規に作成されます。

- ID-VGS

  伝達特性（ID-VGS 特性）を測定する設定が新規に作成されます。

- VGS(th)

  ゲート - ソース間しきい値電圧を測定する設定が新規に作成されます。

- RDS-ID

  ドレイン - ソース間抵抗のドレイン電流に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- VDS-VGS

  ドレイン - ソース間電圧のゲート - ソース間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- RDS-VGS

  ドレイン - ソース間抵抗のゲート - ソース間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- IDSS

  ドレイン・リーク電流のドレイン - ソース間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- IGSS

  ゲート・リーク電流のゲート - ソース間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- IS-VSD

  ボディ・ダイオードのソース - ドレイン間電圧に対する順方向特性を測定する設定が新規に作成されます。

IGBT

IGBT を選んだ場合、以下の I/V 特性測定を選ぶことができます。

- IC-VCE

  出力特性（IC-VCE 特性）を測定する設定が新規に作成されます。

- IC-VGE

  伝達特性（IC-VGE 特性）を測定する設定が新規に作成されます。

- VGE(th)

  ゲート - エミッタ間しきい値電圧を測定する設定が新規に作成されます。

- VCE-VGE

  コレクタ - エミッタ間電圧のゲート - エミッタ間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- VCE(sat)

  コレクタ - エミッタ間飽和電圧のコレクタ電流に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- ICES

  コレクタ・リーク電流のコレクタ - エミッタ間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- IGES

  ゲート・リーク電流のゲート - エミッタ間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- IF-VF

  フリーホイール・ダイオードの順方向特性を測定する設定が新規に作成されます。

Diode

Diode を選んだ場合、以下の I/V 特性測定を選ぶことができます。

- IF-VF

  順バイアス特性を測定する設定が新規に作成されます。

- IR-VR

  逆バイアス特性を測定する設定が新規に作成されます。

Generic2T

Generic2T を選んだ場合、以下の I/V 特性測定を選ぶことができます。

- Conduction

  導通抵抗特性を測定する設定が新規に作成されます。

- Isolation

  絶縁特性を測定する設定が新規に作成されます。

Generic

Generic を選んだ場合、「General settings (p. 4-50)」、「Gate/Base drive settings (p. 4-51)」、「Drain/Collector drive settings (p. 4-51)」 で設定を行います。

General settings

この領域では、DC 出力測定の場合とパルス出力測定の場合、それぞれ以下の項目の設定を行うことができます。

DC 出力測定の場合：

- Step Time

  階段波掃引時のステップ時間間隔を指定します。
  設定範囲：500 µs ～ 5 s

- Aperture

  階段波掃引の各ステップでの測定時間を指定します。
  設定範囲：2 µs ～ 20 ms

- Hold Time

  掃引の開始時に開始値の出力を指定時間以上維持してから次の掃引ステップに進みます。
  設定範囲：0 ～ 655.35 s

パルス出力測定の場合：

- Auto Period

  パルス周期の自動調整の有効／無効を指定します。有効にするには、チェックボックスをチェックします。

- Pulse Period

  パルス周期を指定します。
  設定範囲：5 ms ～ 5 s
  Auto Period 指定が有効の場合、パルス周期はパルス幅に応じた最短の値に自動調整されます。

- Aperture

  各パルスでの測定時間を指定します。
  設定範囲：2 µs ～ 20 ms

- Hold Time

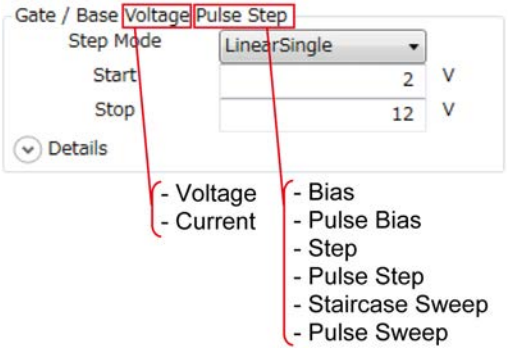
  掃引の開始時に開始値の出力を指定時間以上維持してから次の掃引ステップに進みます。
  設定範囲：0 ～ 655.35 s

Details の行をクリックすると、以下の項目が表示／非表示されます。

- Aperture
- Hold Time

Gate/Base drive settings

ゲート／ベース端子での電圧／電流の出力設定を行います。選択した測定の種類に応じて、以下のタイプのいずれかが自動的に選択されます。使用されているタイプは、以下のように本端子の設定領域のタイトルに表示されます。



各タイプの設定項目については、以下を参照してください。

- Bias (p. 4-52 を参照)
  一定バイアス電圧／電流を出力します。
- Pulse Bias (p. 4-52 を参照)
  パルス・バイアス電圧／電流を出力します。
- Step (p. 4-53 を参照)
  一回の掃引測定ごとに一定バイアス電圧／電流をステップ変動させます。
- Pulse Step (p. 4-55 を参照)
  一回の掃引測定ごとにパルス・バイアス電圧／電流をステップ変動させます。
- Staircase Sweep (p. 4-56 を参照)
  一定バイアス電圧／電流を掃引します。
- Pulse Sweep (p. 4-57 を参照)
  パルス・バイアス電圧／電流を掃引します。

Drain/Collector drive settings

ドレイン／コレクタ端子での電圧／電流の出力設定を行います。選択した測定の種類に応じて、以下のタイプのいずれかが自動的に選択されます。使用されているタイプは、本端子の設定領域のタイトルに表示されます。

各タイプの設定項目については、以下を参照してください。

- Bias (p. 4-52 を参照)
  一定バイアス電圧／電流を出力します。

- Pulse Bias (p. 4-52 を参照)
  パルス・バイアス電圧／電流を出力します。
- Step (p. 4-53 を参照)
  一回の掃引測定ごとに一定バイアス電圧／電流をステップ変動させます。
- Pulse Step (p. 4-55 を参照)
  一回の掃引測定ごとにパルス・バイアス電圧／電流をステップ変動させます。
- Staircase Sweep (p. 4-56 を参照)
  一定バイアス電圧／電流を掃引します。
- Pulse Sweep (p. 4-57 を参照)
  パルス・バイアス電圧／電流を掃引します。

Bias

その端子からは一定電圧／電流を出力します。

以下の項目が設定できます。

- Source

  電圧／電流出力値を指定します。

Details の行をクリックすると、以下の項目が表示／非表示されます。

- リソース／出力モード／出力シーケンス

  プルダウン・メニューを用いて、各種設定の変更が可能です。詳細は「リソース／出力モード／出力シーケンス (p. 4-59)」を参照してください。

- Compliance

  電流／電圧コンプライアンス値を指定します。
  指定値を超えると掃引測定を停止します。

- Voltage Compliance

  電圧コンプライアンス値を指定します。
  チェックボックスをチェックすると有効になります。
  指定値を超えると掃引測定を停止します。
  UHCU の場合に有効です。

Pulse Bias

その端子からはピーク出力が一定の電圧／電流パルスを出力します。

以下の項目が設定できます。

- Source

パルス・ピーク電圧／電流出力値を指定します。

Details の行をクリックすると、以下の項目が表示／非表示されます。

- リソース／出力モード／出力シーケンス

  プルダウン・メニューを用いて、各種設定の変更が可能です。詳細は「リソース／出力モード／出力シーケンス (p. 4-59)」を参照してください。

- Base

  パルス・ベース電圧／電流出力値を指定します。

- Compliance

  電流／電圧コンプライアンス値を指定します。

- Voltage Compliance

  電圧コンプライアンス値を指定します。
  チェックボックスをチェックすると有効になります。
  指定値を超えると掃引測定を停止します。
  UHCU の場合に有効です。

- Pulse Delay

  パルス周期の開始時点からパルス・ピークの立ち上がり開始までの遅延時間を指定します。

- Pulse Width

  パルス・ピークの時間幅を指定します。

Step

その端子からは、一回の掃引測定ごとにステップ変動する一定電圧／電流を出力します。

以下の項目が設定できます。

- Step Mode

  以下の選択肢から出力の変動方法を指定します。

  - LinearSingle：一定の間隔で変動します。
  - ListSingle：リストされたレベル値に従い、変動します。

- Start

  等間隔ステップの開始値を指定します。
  Step Mode が LinearSingle の場合に有効です。

- Stop

  等間隔ステップの終了値を指定します。
  Step Mode が LinearSingle の場合に有効です。

Details の行をクリックすると、以下の項目が表示／非表示されます。

- リソース／出力モード／出力シーケンス

  プルダウン・メニューを用いて、各種設定の変更が可能です。詳細は「リソース／出力モード／出力シーケンス (p. 4-59)」を参照してください。

- Number of Step

  等間隔ステップのステップ数を指定します。
  Step Mode が LinearSingle の場合に有効です。

- List

  ステップ値リストを入力します。
  Step Mode が ListSingle の場合に有効です。

  挿入ボタンをクリックすると、現在選択しているステップ値の直前に新たなステップを挿入できます。

  上下移動ボタンをクリックすると、選択したステップ値を移動してリスト内での順序を変更できます。

  削除ボタンをクリックすると、選択したステップ値をリストから削除できます。

- Compliance

  コンプライアンス値を指定します。
  指定値を超えると掃引測定を停止します。

- Power Compliance

  パワー・コンプライアンス値を指定します。
  チェックボックスをチェックすると機能が有効となります。
  指定値を超えると掃引測定を停止します。
  HVSMU の場合は無効です。

- Voltage Compliance

  電圧コンプライアンス値を指定します。
  チェックボックスをチェックすると機能が有効となります。
  指定値を超えると掃引測定を停止します。
  UHCU の場合に有効です。

Pulse Step

その端子からは、一回の掃引測定ごとにピーク出力がステップ変動する一定の電圧／電流パルスを出力します。

以下の項目が設定できます。

- Step Mode

  以下の選択肢から出力の変動方法を指定します。

  - LinearSingle：一定の間隔で変動します。
  - ListSingle：リストされたレベル値に従い、変動します。

- Start

  等間隔ステップの開始値を指定します。
  Step Mode が LinearSingle の場合に有効です。

- Stop

  等間隔ステップの終了値を指定します。
  Step Mode が LinearSingle の場合に有効です。

- List

  ステップ値リストを入力します。
  Step Mode が ListSingle の場合に有効です。

  挿入ボタン  をクリックすると、現在選択しているステップ値の直前に新たなステップを挿入できます。

  上下移動ボタン  をクリックすると、選択したステップ値を移動してリスト内での順序を変更できます。

  削除ボタン  をクリックすると、選択したステップ値をリストから削除できます。

Details の行をクリックすると、以下の項目が表示／非表示されます。

- リソース／出力モード／出力シーケンス

  プルダウン・メニューを用いて、各種設定の変更が可能です。詳細は「リソース／出力モード／出力シーケンス (p. 4-59)」を参照してください。

- Base

  パルス・ベース電圧／電流出力値を指定します。

- Number of Step

等間隔ステップのステップ数を指定します。
Step Mode が LinearSingle の場合に有効です。

- Compliance

  コンプライアンス値を指定します。
  指定値を超えると掃引測定を停止します。

- Power Compliance

  パワー・コンプライアンス値を指定します。
  チェックボックスをチェックすると機能が有効となります。
  指定値を超えると掃引測定を停止します。
  HVSMU の場合は無効です。

- Voltage Compliance

  電圧コンプライアンス値を指定します。
  チェックボックスをチェックすると機能が有効となります。
  指定値を超えると掃引測定を停止します。
  UHCU の場合に有効です。

- Pulse Delay

  パルス周期の開始時点からパルス・ピークの立ち上がり開始までの遅延時間を指定します。

- Pulse Width

  パルス・ピークの時間幅を指定します。

Staircase Sweep

その端子からは階段波電圧／電流を掃引します。

以下の項目が設定できます。

- Sweep Mode

  以下の選択肢から掃引の間隔と片道／往復を指定します。

  - LinearSingle（片道リニア掃引）
  - LogSingle（片道ログ掃引）
  - LinearDouble（往復リニア掃引）
  - LogDouble（往復ログ掃引）

- Start

  掃引開始値を指定します。

- Stop

掃引終了値を指定します。

Details の行をクリックすると、以下の項目が表示／非表示されます。

- リソース／出力モード／出力シーケンス

  プルダウン・メニューを用いて、各種設定の変更が可能です。詳細は「リソース／出力モード／出力シーケンス (p. 4-59)」を参照してください。

- Number of Step

  片道分の掃引点数を指定します。

- Compliance

  コンプライアンス値を指定します。
  指定値を超えると掃引測定を停止します。

- Power Compliance

  パワー・コンプライアンス値を指定します。
  チェックボックスをチェックすると機能が有効となります。
  指定値を超えると掃引測定を停止します。
  HVSMU の場合は無効です。

- Voltage Compliance

  電圧コンプライアンス値を指定します。
  チェックボックスをチェックすると機能が有効となります。
  指定値を超えると掃引測定を停止します。
  UHCU の場合に有効です。

Pulse Sweep

その端子からはピーク出力を掃引する電圧／電流パルスを出力します。

以下の項目が設定できます。

- Sweep Mode

  以下の選択肢から掃引の間隔と片道／往復を指定します。

  - LinearSingle（片道リニア掃引）
  - LogSingle（片道ログ掃引）
  - LinearDouble（往復リニア掃引）
  - LogDouble（往復ログ掃引）

- Start

  掃引開始値を指定します。

- Stop

  掃引終了値を指定します。

Details の行をクリックすると、以下の項目が表示／非表示されます。

- リソース／出力モード／出力シーケンス

  プルダウン・メニューを用いて、各種設定の変更が可能です。詳細は「リソース／出力モード／出力シーケンス (p. 4-59)」を参照してください。

- Base

  パルス・ベース電圧／電流出力値を指定します。

- Number of Step

  片道分の掃引点数を指定します。

- Compliance

  コンプライアンス値を指定します。
  指定値を超えると掃引測定を停止します。

- Power Compliance

  パワー・コンプライアンス値を指定します。
  チェックボックスをチェックすると機能が有効となります。
  指定値を超えると掃引測定を停止します。
  HVSMU の場合は無効です。

- Voltage Compliance

  電圧コンプライアンス値を指定します。
  チェックボックスをチェックすると機能が有効となります。
  指定値を超えると掃引測定を停止します。
  UHCU の場合に有効です。

- Pulse Delay

  パルス周期の開始時点からパルス・ピークの立ち上がり開始までの遅延時間を指定します。

- Pulse Width

  パルス・ピークの時間幅を指定します。

リソース／出力モード／出力シーケンス

測定の種類に応じて、既定の出力設定の内容が選択されています。必要に応じて、使用する測定リソース、出力モード、出力シーケンスを指定できます。Table 4-14 にゲート／ベース端子の場合の選択肢を、Table 4-15 にドレイン／コレクタ端子の場合の選択肢を示します。

Table 4-14 ゲート／ベース端子への測定リソースの指定と電圧／電流の出力設定

測定リソース	出力モード	出力シーケンス
• MCSMU MCSMU を接続します。 • MPSMU MPSMU を接続します。	• V DC 電圧出力を指定します。 • VPulse 電圧パルス出力を指定します。 • I DC 電流出力を指定します。 • IPulse 電流パルス出力を指定します。	• Constant 一定バイアス出力を指定します。 • Step ステップ・バイアス出力を指定します。 • Sweep 掃引出力を指定します。

Table 4-15 ドレイン／コレクタ端子端子への測定リソースの指定と電圧／電流の出力設定

測定リソース	出力モード	出力シーケンス
• Open 測定リソースを接続せず、端子をオープンとします。 • UHCU [a] UHCU を接続します。 • HCSMU [b] HCSMU を接続します。 • HVSMU HVSMU を接続します。 • MPSMU MPSMU を接続します。	• V [c] DC 電圧出力を指定します。 • VPulse 電圧パルス出力を指定します。 • I [c] DC 電流出力を指定します。 • IPulse 電流パルス出力を指定します。	• Constant 一定バイアス出力を指定します。 • Step ステップ・バイアス出力を指定します。 • Sweep 掃引出力を指定します。

a. B1506A-H71/H51 の場合に有効です。
b. B1506A-H21 の場合に有効です。
c. UHCU には無効です。

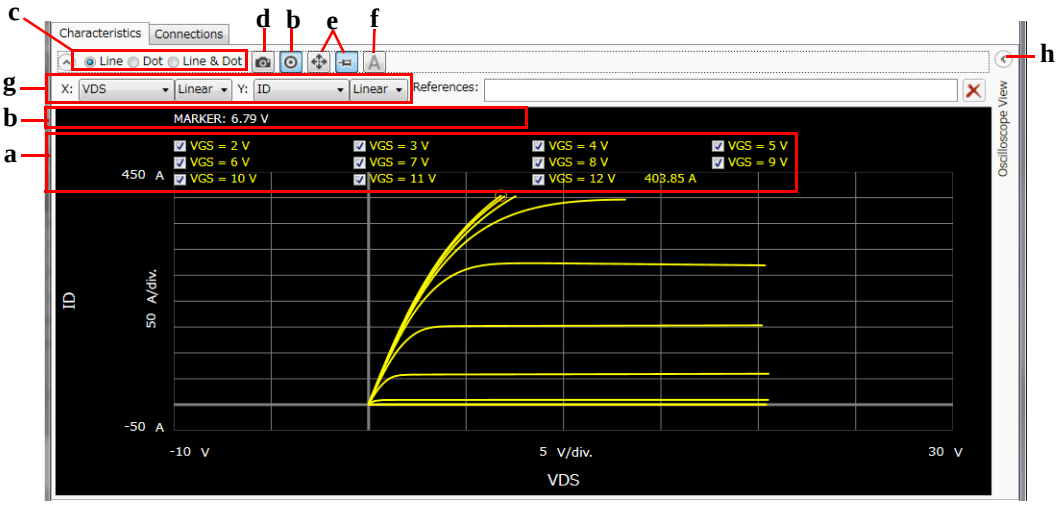
出力モードと出力シーケンスの組み合わせによって、タイプは以下のように決まります。

タイプ	出力モード	出力シーケンス
Bias	V または I	Constant
Pulse Bias	VPulse または IPulse	Constant
Step	V または I	Step
Pulse Step	VPulse または IPulse	Step
Staircase Sweep	V または I	Sweep
Pulse Sweep	VPulse または IPulse	Sweep

Characteristics

この領域には、測定結果として指定された I/V 特性曲線が表示されます。この領域を表示するには、Characteristics タブをクリックします。

Figure 4-11　Characteristics



a. 特性曲線の表示

Setup で指定した特性測定に合わせたデータが X 軸と Y 軸に自動的に指定され、特性グラフが表示されます。

測定条件別の特性曲線が複数ある場合には、グラフ上に測定条件の表記とチェックボックスが表示されます。特定の測定条件の特性曲線を表示したい場合は、その条件のチェックボックスをチェックします。複数選択も可能です。

X 軸および Y 軸の最小値と最大値は、値をクリックして変更することができます。

b. マーカ

ドメイン・マーカとトレース・マーカの 2 種類がサポートされています。グラフ上部のマーカ・ボタンで切り替えることができます。

：ドメイン・マーカ使用時のマーカ・ボタン
：トレース・マーカ使用時のマーカ・ボタン

ドメイン・マーカでは X 軸上の位置に対して複数の特性値を読み取ることができます。

このグラフでは、2 つのドメイン・マーカ（A と B）がサポートされています。マーカ A は常時表示されています。マーカ B を使用する場合には、グラフ左上の Maker(B) チェックボックスをチェックします。マーカ B は破線で表示されます。マーカを動かすにはロータリーノブまたはマウスを使用します。

マーカ表示の行には、各マーカの示す X 軸値と、マーカ B と A の差分（B-A）の値（Δ）が表示されます。また、各曲線名表示部には、各マーカの示す X 軸値に対する Y 軸値と、マーカ B と A の差分（B-A）の値（Δ）が表示されます。

トレース・マーカでは 1 つの特性曲線をなぞって読み取ることができます。往復掃引の結果を読み取る場合等に有効です。

マーカ表示の行には、マーカの示す X 軸値が表示されます。また、トレースしている曲線名表示部には、Y 軸値が表示されます。

c. トレース表示

グラフ上のトレースはライン（Line）、ドット（Dot）およびその組み合わせ（Line & Dot）のいずれかで表示することができます。グラフ上部のラジオ・ボタンで選択します。

d. リファレンス・トレース

現在表示している曲線をリファレンス・トレースとして維持し、他の測定結果と比較表示することができます。次に開いた測定データ・ファイルもしくは新規に表示された測定データのグラフ上に、リファレンス・トレースは淡色の細線で表示されます。リファレンス・トレースとして登録するには、グラフ上部の Capture ボタン をクリックします。

リファレンス・トレースは最大 10 件まで登録でき、Capture ボタン の下の References フィールドにその測定データ・ファイル名がリスト表示されます。測定データ・ファイル名の先頭のチェックボックスによって、そのリファレンス・トレースの表示／非表示を切り替えることができます。グラフ上部の ボタンの行をクリックすると、References フィールドを表示／非表示することができます。

不要なリファレンス・トレースを削除するには、References フィールドの測定データ・ファイル名を選択し、Remove ボタン をクリックします。

リファレンス・トレースの登録内容は、I/V 測定ソフトウェアを終了した時にクリアされます。

e. オート・スケール

オート・スケール実行ボタン をクリックすると、その時点のデータを元にオート・スケールを実施します。

スケール・モード選択ボタンによってオート・スケール・モードを選択すると、測定の進行に従ってオート・スケールを実施します。

スケール・モード選択ボタンによって固定スケール・モードを選択すると、明示的なスケール変更操作を行うか、オート・スケール実行ボタンを操作しない限り、スケールを維持します。


: オート・スケール・モード選択時のスケール・モード選択ボタン

: 固定スケール・モード選択時のスケール・モード選択ボタン

f. トレース・ラベル

トレース・ラベル・ボタン  をクリックすると、特性曲線に対するステップ値の表示／非表示を切り替えることができます。

ステップ値の表示は MOSFET の ID-VDS 特性や IGBT の IC-VCE 特性等、複数のステップ値に対する特性曲線を併せて表示する場合に、それぞれを区別する上で有効です。

g. X/Y データ

X 軸、Y 軸のデータとスケールを選択できます。既定では Setup で指定した特性測定に合わせたデータが X 軸と Y 軸に指定されます。

グラフ上部の  ボタンの行をクリックすると、X/Y データ・フィールドを表示／非表示することができます。

スケールは以下の 3 つから選択できます。

- Linear

  リニア・スケールでデータを表示します。

- PositiveLog

  正の範囲のデータをログ・スケールで表示します。

- NegativeLog

  負の範囲のデータをログ・スケールで表示します。

X 軸と Y 軸には、指定したデバイス・タイプに対応したデータを選ぶことができます。以下にデバイス・タイプと選択できるデータの対応を示します。

MOSFET の場合、以下のデータを選択できます。

- VDS: ドレイン - ソース間電圧
- ID: ドレイン電流
- RDS: ドレイン - ソース間抵抗
- VGS: ゲート - ソース間電圧
- IG: ゲート電流
- IS: ボディ・ダイオードの順方向電流（ソース電流）

- VSD: ボディ・ダイオードの順方向電圧（ソース・ドレイン間電圧）

IGBT の場合、以下のデータを選択できます。

- VCE: コレクタ - エミッタ間電圧
- IC: コレクタ電流
- VGE: ゲート - エミッタ間電圧
- IG: ゲート電流
- VF: フリーホイール・ダイオードの順方向電圧
- IF: フリーホイール・ダイオードの順方向電流

Diode の場合、以下のデータを選択できます。

- VF: 順方向電圧
- IF: 順方向電流
- VR: 逆方向電圧
- IR: 逆方向電流

Generic2T の場合、以下のデータを選択できます。

- V: 端子 2- 端子 3 間電圧
- I: 端子 2 電流
- R: 端子 2- 端子 3 間抵抗
- VGS: 端子 1- 端子 3 間電圧
- IG: 端子 1 電流
- RGS: 端子 1- 端子 3 間抵抗

Generic の場合、以下のデータを選択できます。

- VDS: 端子 2- 端子 3 間電圧
- ID: 端子 2 電流
- RDS: 端子 2- 端子 3 間抵抗
- VGS: 端子 1- 端子 3 間電圧
- IG: 端子 1 電流
- RGS: 端子 1- 端子 3 間抵抗
- VSD: 端子 3- 端子 2 間電圧

- IS: 端子 3 電流

h. Oscilloscope View

Oscilloscope View の列をクリックすると、Oscilloscope View 領域を表示／非表示することができます。詳細は、「Oscilloscope View (p. 66)」を参照してください。

Oscilloscope View

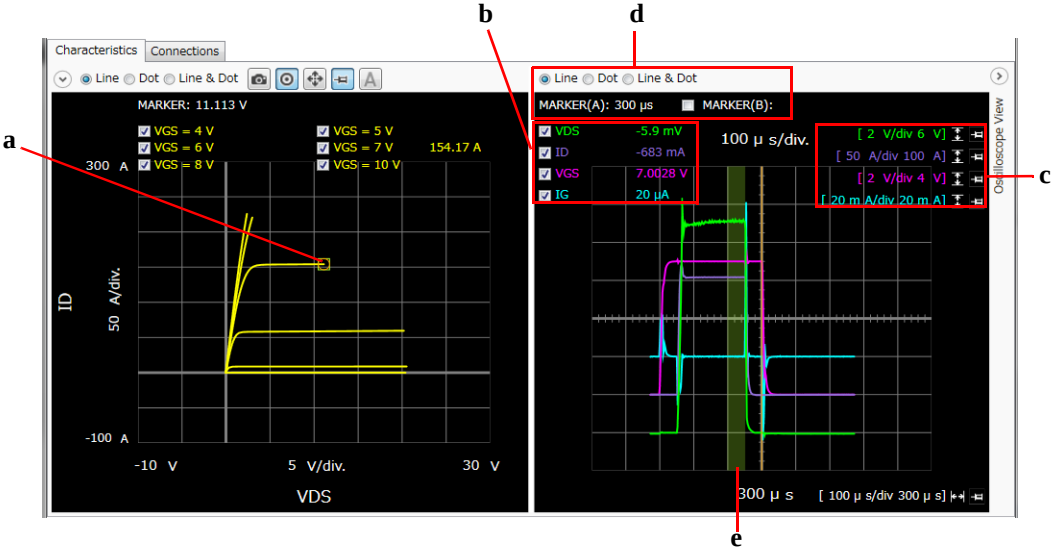
オシロスコープ表示機能は、パルス掃引測定によって得られる特性曲線上の、指定した測定点での電圧および電流時間波形の観測に用いることができます。この機能は、以下のモジュールの測定チャネルにおける電圧／電流両方の波形をモニタリングできます。

- MCSMU
- HVSMU
- HCSMU
- UHCU

オシロスコープ表示で波形観測するには、測定実行の前にあらかじめ本領域を表示しておく必要があります。

この領域を表示するには、Characteristics 領域の右上隅の Oscilloscope View の列をクリックします。

Figure 4-12 Oscilloscope View



a. 観測点の指定

波形観測点は、Characteristics 領域の特性曲線グラフ上の測定点に、トレース・マーカを移動して指定します。指定された測定点の測定後、特性曲線上の測定点にはモニタ・マーカ（緑色の枠）が表示され、その点の時間軸波形が本領域のグラフに表示されます。

繰り返し測定の場合は、測定中にトレース・マーカを移動することで観測点を順次変えることができます。移動したトレース・マーカの位置に対応した測定点の測定が行われると、モニタ・マーカがその測定点に移動し、時間波形の表示が更新されます。

b. チャネルの指定

グラフ上に測定チャネルの電圧または電流データ名とチェックボックスが表示されます。波形を表示するには、各データ名のチェックボックスをチェックします。複数選択も可能です。

c. Y 軸のスケールとオフセット

グラフの右上には、表示されている波形の Y 軸のスケールおよびオフセット値が表示されています。

X 軸および Y 軸上の以下の値は、値をクリックして変更することができます。

- X 軸のスケール値および原点値
- Y 軸のスケール値およびオフセット値

グラフの右上の各波形の Y 軸のスケールおよびオフセット値の隣に、オート・スケール実行ボタンとスケール・モード選択ボタンがあります。

オート・スケール実行ボタン  をクリックすると、その時点のデータを元にオート・スケールを実施します。

スケール・モード選択ボタンによってオート・スケール・モードを選択すると、測定の進行に従ってオート・スケールを実施します。

スケール・モード選択ボタンによって固定スケール・モードを選択すると、明示的なスケール変更操作を行うか、オート・スケール実行ボタンを操作しない限り、スケールを維持します。

 : オート・スケール・モード選択時のスケール・モード選択ボタン
 : 固定スケール・モード選択時のスケール・モード選択ボタン

d. ドメイン・マーカとトレース表示

グラフ上では、ドメイン・マーカを用いた値の読み取り、トレース表示の変更ができます。詳しくは、「b. マーカ (p. 4-62)」、および「c. トレース表示 (p. 4-63)」を参照してください。

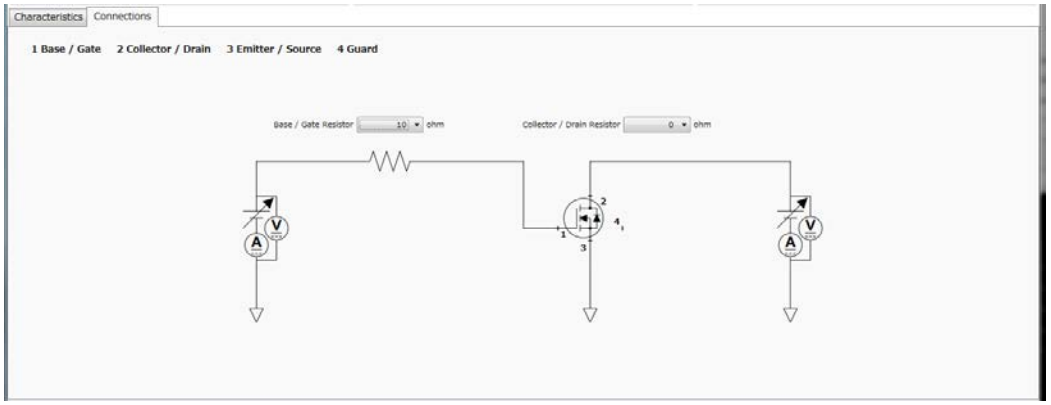
e. Aperture 期間

オシロスコープ表示では、General settings で設定された Aperture 値の期間がグラフ上に半透明の緑色の帯として表示されます。

Connections

この領域には、Setup で指定した測定条件に沿って自動的に接続される測定回路図を表示します。この領域を表示するには、Connections タブをクリックします。

Figure 4-13 Connections



測定回路図には、測定端子、測定リソース、および測定機器に内蔵される容量と抵抗との接続が示されます。端子番号と測定端子との対応は以下の通りです。

- 1：Base/Gate 端子
- 2：Collector/Drain 端子
- 3：Emitter/Source 端子
- 4：Guard 端子

NOTE

DUT がダイオードの場合は、2. Collector/Drain 端子にカソード端子を、3. Emitter/Source 端子にアノード端子を接続してください。

DUT が 2 端子汎用デバイスの場合は、2. Collector/Drain 端子に DUT の一方の端子を、3. Emitter/Source 端子に他方の端子を接続してください。

Base/Gate Resistor

Base/Gate 端子に測定リソースとして MCSMU を指定した場合、以下の抵抗値のベース／ゲート抵抗を選択することができます。

- 0 Ω
- 10 Ω

- 100 Ω
- 1 kΩ

ベース／ゲート抵抗は大電流測定等の場合に生じ得るデバイスの発振の抑止に有効です。

Collector/Drain Resistor

Collector/Drain 端子に測定リソースとして MVSMU を指定した場合、以下の抵抗値のコレクタ／ドレイン抵抗を選択することができます。

- 0 Ω
- 100 kΩ

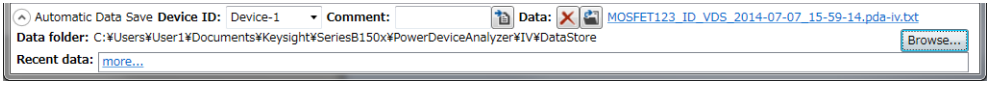
コレクタ／ドレイン抵抗はブレークダウン測定等の場合に生じ得る過電流の抑止に有効です。

Automatic Data Save

この領域では、セットアップ・データおよび測定データの自動保存の設定を行います。これらのデータは、全項目の測定が終了すると、指定されたフォルダ内の測定データ・ファイルに自動的に保存されます。

Automatic Data Save の行をクリックすると、下記の Data folder および Recent data フィールドを表示／非表示することができます。

Figure 4-14 Automatic Data Save



Device ID

測定サンプル（DUT）のデバイス ID を文字列として入力します。最近入力された 10 件までのデバイス ID は履歴として保持され、この履歴リストからデバイス ID を選択することもできます。

入力されたデバイス ID は、測定完了時に自動的に測定データ・ファイルに記録されます。

最新の測定データ・ファイルに対しては、記録されているデバイス ID を測定完了後に変更することもできます。変更するには、Device ID フィールドでデバイス ID を変更して、適用ボタン をクリックします。

Comment

コメントを文字列として入力します。

入力されたコメントは、測定完了時に自動的に測定データ・ファイルに記録されます。

最新の測定データ・ファイルに対しては、記録されているコメントを測定完了後に変更することもできます。変更するには、Comment フィールドでコメントを変更して、適用ボタン  をクリックします。

Data

自動保存された最新の測定データ・ファイル名もしくは最後に開いた測定データ・ファイル名が表示されます。以下の操作を行うことができます。

- オープン・ボタン  をクリックすると、その測定データ・ファイルが読み込まれます。
- フォルダ名をクリックすると、その測定データ・ファイルの名前を変更することができます。
- 削除ボタン  をクリックすると、その測定データ・ファイルを削除することができます。

Data folder

測定データ・ファイルの自動保存先フォルダのパスを絶対パス形式で表示します。保存先フォルダを変更するには、Browse ボタンをクリックします。フォルダ選択用ダイアログ・ボックスが表示され、選択したフォルダが自動保存先フォルダに設定されます。

既定のデータ・フォルダについては「ファイルの一覧 (p. 4-76)」を参照してください。

Recent data

最近自動保存された 10 件までの測定データ・ファイルをハイパーリンク形式で表示します。ハイパーリンクをクリックすると編集中の内容を破棄してファイルを開きます。

自動保存された測定データ・ファイルが 10 件を超える場合、自動保存先フォルダ内のファイルへアクセスするためのハイパーリンク ”more...” を表示します。このハイパーリンクをクリックすると、Open Data File ダイアログ・ボックスが表示され、ここで選択された測定データ・ファイルを開くことができます。

ツールバー

Figure 4-15 ツールバー



ツールバーは 4 つのツールボタン・グループから構成されています。以下に各グループのツールボタンを記します。

File ツールボタン・グループ

Open	Open File ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定してセットアップ・ファイルもしくは測定データ・ファイルを開きます。ファイルを開くと、現在編集中のデータはクリアされます。
Save	現在編集中のデータを同じファイル名で保存します。
Exit	I/V 測定ソフトウェアを終了します。保存されていない編集内容は破棄されます。

Edit ツールボタン・グループ

Cut	選択されたテキストをクリップボードに切り取ります。
Copy	選択されたテキストをクリップボードにコピーします。
Paste	クリップボードの内容をテキスト入力に貼り付けます。
On-screen keyboard	スクリーン・キーボードを起動します。

Measurement ツールボタン・グループ

Start Measurement	測定を開始します。測定中はフロントパネルの Measurement インジケータが点灯します。

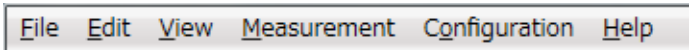
Repeat Measurement	繰り返し測定を開始します。測定中はフロントパネルの Measurement インジケータが点灯します。測定の設定を変更しながら測定結果の変化を逐次確認することができます。 測定を停止するには、Stop Measurement ボタン をクリックします。Measurement > Stop メニュー、もしくはフロント・パネル上の Stop キーを用いて測定を停止することも可能です。
Stop Measurement	実行中の測定を停止します。

View ツールボタン・グループ

Go to Palette	ソフトウェア・パレットを全面に表示します。

メイン・メニュー

Figure 4-16 メイン・メニュー



以下にメイン・メニューの機能を説明します。

File メニュー

セットアップ・ファイルおよび測定データ・ファイルの操作メニューを表示します。File メニューは以下のメニュー項目からなります。ファイルのタイプと拡張子については「ファイルの一覧 (p. 4-76)」を参照してください。

New	初期状態から始めるために、現在のセットアップの内容をクリアします。
Open...	Open File ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定してセットアップ・ファイルもしくは測定データ・ファイルを開きます。ファイルを開くと、現在編集中のデータはクリアされます。
Save	現在編集中のデータを同じファイル名で保存します。
Save Setup As...	Save Setup File ダイアログ・ボックスを開きます。現在のセットアップ・データを指定されたファイル名でセットアップ・ファイルに保存します。

Save Data As... Save Data File ダイアログ・ボックスを開きます。現在のセットアップ・データおよび測定データを指定されたファイル名で測定データ・ファイルに保存します。

Change Device ID... 測定データ・ファイルに記録されているデバイス ID を変更します。

Change Device ID ダイアログ・ボックスを開き、選択された測定データ・ファイルに記録されているデバイス ID を一括して変更します。「Change Device ID ダイアログ・ボックス (p. 4-75)」を参照してください。

Recent Setup Files 最大 10 件までの最近利用したセットアップ・ファイルの一覧をメニュー項目として表示します。最近利用したセットアップ・ファイルを簡単に開くことができます。

Exit I/V 測定ソフトウェアを終了します。保存されていない編集内容は破棄されます。

Edit メニュー 設定編集用メニューを表示します。Edit メニューは以下のメニュー項目からなります。

Cut 選択されたテキストをクリップボードに切り取ります。

Copy 選択されたテキストをクリップボードにコピーします。

Paste クリップボードの内容をテキスト入力に貼り付けます。

On-screen keyboard... スクリーン・キーボードを起動します。

View メニュー 表示設定用メニューを表示します。View メニューは以下のメニュー項目からなります。

Go to Palette ソフトウェア・パレットを全面に表示します。

Main Window メイン・ウィンドウの表示に関する設定を行います。Main Window メニューは以下のメニュー項目からなります。

Fullscreen チェック付きメニュー項目です。フルスクリーン表示／通常ウィンドウ表示の切り替えを行います。

チェックをオンするとタイトルバー無しのウィンドウ・スタイルでのフルスクリーン表示となります。

チェックをオフするとタイトルバー付きの通常ウィンドウ・スタイルでの表示となります。

既定ではチェックはオンされています。

Color Settings... 各種色設定を行う Color Setting ダイアログ・ボックスを開きます。「Color Setting ダイアログ・ボックス (p. 4-75)」を参照してください。

Measurement メニュー

測定操作用メニューを表示します。Measurement メニューは以下のメニュー項目からなります。

Start 測定を開始します。測定中はフロントパネルの Measurement インジケータが点灯します。

Repeat 繰り返し測定を開始します。測定中はフロントパネルの Measurement インジケータが点灯します。
測定の設定を変更しながら測定結果の変化を逐次確認することができます。

測定を停止するには、Measurement > Stop メニューを選択します。ツールバーの Stop Measurement ボタン、もしくはフロント・パネル上の Stop キーを用いて測定を停止することも可能です。

Stop 実行中の測定を停止します。

Configuration メニュー

メインフレーム内蔵モジュールとテスト・フィクスチャの構成管理用メニューを表示します。Configuration メニューは以下のメニュー項目からなります。

Module... Module Configuration ダイアログ・ボックスを開きます。「Module Configuration ダイアログ・ボックス (p. 4-174)」を参照してください。

Help メニュー

Help メニューは以下のメニュー項目からなります。

About... アバウト・ボックスを開きます。「アバウト・ボックス (p. 4-76)」を参照してください。

ダイアログ・ボックス

Change Device ID ダイアログ・ボックス

Change Device ID ダイアログ・ボックスは、選択された測定データ・ファイルに記録されているデバイス ID を一括して変更します。

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー File > Change Device ID... から開かれます。

Device ID フィールド 新しいデバイス ID を入力します。履歴から選択することもできます。

Add... ボタン ファイル選択用ダイアログ・ボックスを表示して、変更対象となる測定データ・ファイルを選択します。選択されたファイルはダイアログ・ボックス上の変更対象ファイル一覧に追加されます。（複数選択も可）

Remove ボタン 変更対象ファイル一覧から選んだ測定データ・ファイルを変更対象から除外します。

Execute ボタン デバイス ID の変更を実行します。

Close ボタン 本ダイアログ・ボックスを終了します。

Color Setting ダイアログ・ボックス

Color Setting ダイアログ・ボックスは、以下にリストされる項目の色設定を行います。設定内容はユーザ設定として保存されます。

- Graph Background（グラフの背景色）
- Graph Axis（グラフの軸の色）
- Graph Grid（グラフのグリッドの色）
- Graph Text（グラフのテキストの色）
- Marker（マーカの色）
- Trance（トレースの色）

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー View > Color Settings... から開かれます。

各項目右側のカラー・パターンをクリックすると色の選択に使用されるダイアログ・ボックスが開きます。

Apply ボタン 現在の設定を適用します。

Reset ボタン　初期設定に戻します。

OK ボタン　現在の設定を適用し、ダイアログ・ボックスを閉じます。

Cancel ボタン　現在の設定を適用しないで、ダイアログ・ボックスを閉じます。

アバウト・ボックス

アバウト・ボックスはモデル番号、ソフトウェアのレビジョン情報、ソフトウェア更新用のダウンロード URL 等を表示します。

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー Help > About... から開かれます。

ファイルの一覧

以下の表は、本ソフトウェア上で扱われるファイルの一覧を示します。

Table 4-16　ファイル一覧

ファイル・タイプ	説明	拡張子	既定保存フォルダ
セットアップ・ファイル	セットアップ・データが含まれます。 File メニューを用いて、任意のタイミングで保存できます。	*.pda-iv	（任意）
測定データ・ファイル	セットアップ・データおよび測定データが含まれます。デバイス ID およびコメントも含みます。 測定が終了すると、指定されたフォルダに自動的に保存されます。また、File メニューを用いて、任意のタイミングで保存することもできます。	*.pda-iv.txt	C:\Users\<user name>\Documents\Keysight\SeriesB150x\PowerDeviceAnalyzer\IV\DataStore （変更可能）

自動保存時の測定データ・ファイル名

自動保存される測定データ・ファイルの名前は以下のようになります。

<DeviceID>_<TEMP>_<TIME>.pda-iv.txt

<DeviceID>: デバイス ID

<TEMP>: 温度情報

<TIME>: 保存時の時間

例：Device-1_@Ch1=30degC_Ch2=30degC_2014-10-30_18-56-55.pda-iv.txt

また、以下の規則に従ってファイル名が決定されます。

1. <TEMP> は、利用可能な温度計とその読み値を含む、以下の文字列となります。温度計を有効にするには、温度モニタ／コントロール ソフトウェアを使用します。「温度モニタ／コントロール ソフトウェア (p. 4-155)」を参照してください。

   @<thermometer>=<reading>degC

   - <thermometer>: 温度計を示す識別子

     Ch1 B1506A の Channel 1 温度計

     Ch2 B1506A の Channel 2 温度計

     Air ThermoStream のエア噴出し口温度計

     DUT ThermoStream の DUT 温度計

   - <reading>: 温度計の最新読み値（摂氏）

     複数の温度計が有効な場合は、温度情報がアンダースコア（_）で連結されます。連結される文字列に、@ は含まれません。

     例：@Ch1=25degC_Ch2=75degC_Air=100degC

2. <TIME> は、年、月、日、時、分、秒を含む文字列となります。その表現は、Windows の時間表現設定に依存します。また、ファイル名に使用できない文字は、アンダースコアで置換されます。

   例 1: 2014-10-30_18-56-55
   例 2: 30-10-2014_6-56-55_PM

3. ファイル名が既存のファイル名と重複する場合、拡張子の前に括弧 () で閉じられた 2 以上の通し番号が付けられます。

   例：
   Device-1_@Ch1=30degC_Ch2=30degC_2014-10-30_18-56-55(3).pda-iv.txt

キャパシタンス測定ソフトウェア

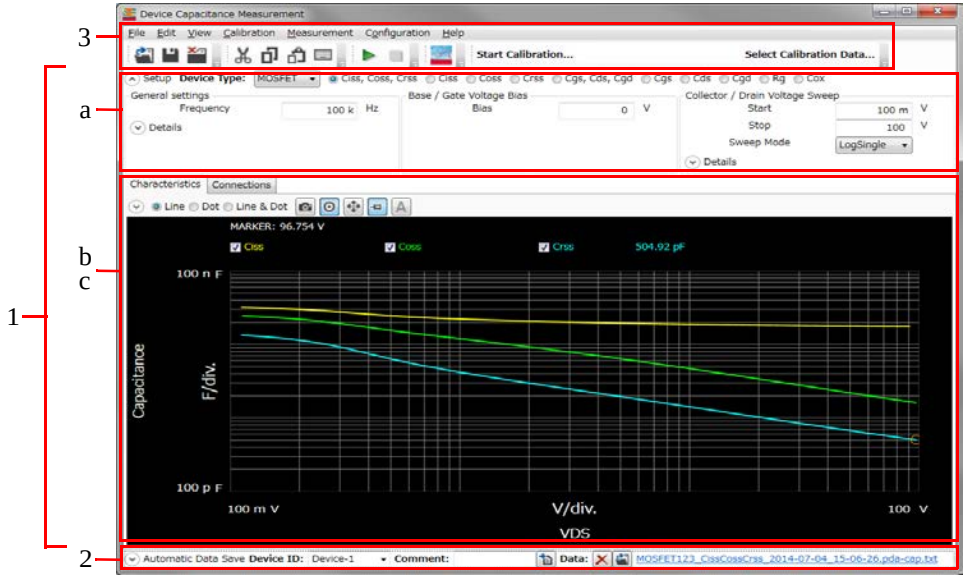
キャパシタンス測定ソフトウェアは、以下を提供します。

- 3 端子デバイスのキャパシタンス測定用（Ciss、Coss、Crss など）に自動化された測定回路構成により、デバイスの手動での接続変更が不要
  - コレクタ／ドレイン端子の DC バイアス（掃引）を最大 3 kV まで制御
  - ベース／コレクタ端子の DC バイアス（掃引）を最大 100 V まで制御
- 測定経路ごとの自動補正
- バイアスの変化によりロー側の負荷キャパシタンスが変化しても、安定した測定を実現（負荷適応ゲイン・フェーズ補正）
- エンハンスメント型とデプレッション型の両方のタイプの MOSFET、IGBT、ダイオードの代表的なキャパシタンス測定用テンプレート

GUI 概要

キャパシタンス測定ソフトウェアの GUI（グラフィック・ユーザ・インタフェース）は以下の領域で構成されています。

Figure 4-17 **キャパシタンス測定ソフトウェアの GUI**



1. ワークエリア (p. 4-80 を参照)

   測定セットアップの設定と測定データの表示の機能を提供します。ワークエリアは以下の領域から構成されています。

   a. Setup (p. 4-80 を参照)

   b. Characteristics (p. 4-89 を参照)

   c. Connections (p. 4-93 を参照)

2. Automatic Data Save (p. 4-97 を参照)

   測定データ・ファイルの自動保存に関わる機能を提供します。

3. 操作ツール

   - ツールバー (p. 4-102 を参照)

     使用頻度の高い機能をボタン形式で提供します。

   - メイン・メニュー (p. 4-99 を参照)

操作に必要な機能をメニュー形式で提供します。

本ソフトウェアで表示されるダイアログ・ボックスについては、「ダイアログ・ボックス (p. 4-104)」を参照してください。

本ソフトウェアで取り扱うファイルについては、「ファイルの一覧 (p. 4-106)」を参照してください。

ワークエリア

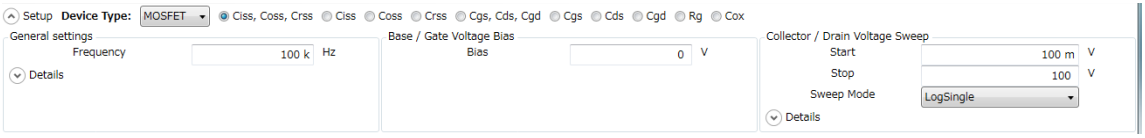
ワークエリアを用いて、測定セットアップの設定と測定データの表示を行います。ワークエリアは以下の領域から構成されています。

- Setup (p. 4-80 を参照)
- Characteristics (p. 4-89 を参照)
- Connections (p. 4-93 を参照)

Setup

この領域では、DUT のタイプと測定対象のパラメータを選択し、その測定条件を入力します。

Figure 4-18 Setup



Device Type DUT のタイプを以下から選択します。

- MOSFET
- IGBT
- Diode
- Generic

  Generic は上記のデバイス・タイプに当てはまらないデバイスのより一般的な測定を行う場合に選択します。

MOSFET MOSFET を選んだ場合、以下の容量および抵抗パラメータ測定を選ぶことができます。

- Ciss, Coss, Crss

  入力容量、出力容量、帰還容量のドレイン - ソース間電圧に対する特性を順に測定する設定が新規に作成されます。

- Ciss

  入力容量のドレイン - ソース間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- Coss

  出力容量のドレイン - ソース間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- Crss

  帰還容量のドレイン - ソース間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- Cgs, Cds, Cgd

  ゲート - ソース間容量、ドレイン - ソース間容量、ゲート - ドレイン間容量のドレイン・ソース間電圧に対する特性を順に測定する設定が新規に作成されます。

- Cgs

  ゲート - ソース間容量のドレイン - ソース間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- Cds

  ドレイン - ソース間容量のドレイン - ソース間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- Cgd

  ゲート - ドレイン間容量のドレイン - ソース間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- Rg

  ゲート抵抗のゲート - ソース間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- Cox

  ゲート酸化膜容量のゲート - ソース間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

IGBT

IGBT を選んだ場合、以下の容量および抵抗パラメータ測定を選ぶことができます。

- Cies, Coes, Cres

  入力容量、出力容量、帰還容量のコレクタ - エミッタ間電圧に対する特性を順に測定する設定が新規に作成されます。

- Cies

  入力容量のコレクタ - エミッタ間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- Coes

  出力容量のコレクタ - エミッタ間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- Cres

  帰還容量のコレクタ - エミッタ間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- Cge, Cce, Cgc

  ゲート - エミッタ間容量、コレクタ - エミッタ間容量、ゲート - コレクタ間容量のコレクタ - エミッタ間電圧に対する特性を順に測定する設定が新規に作成されます。

- Cge

  ゲート - エミッタ間容量のコレクタ - エミッタ間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- Cce

  コレクタ - エミッタ間容量のコレクタ - エミッタ間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- Cgc

  ゲート - エミッタ間容量のコレクタ - エミッタ間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

- Rg

  ゲート抵抗のゲート - エミッタ間電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

Diode

Diode を選んだ場合、以下の容量パラメータ測定を選ぶことができます。

- CT

逆バイアス時の総容量のバイアス電圧に対する特性を測定する設定が新規に作成されます。

Generic

Generic を選んだ場合、以下の測定を選ぶことができます。

- Sweep Voltage Between Terminal 2-3

  コレクタ／ドレイン端子とエミッタ／ソース端子間の Cp-G モデル容量をコレクタ - エミッタ端子間／ドレイン - ソース端子間電圧を掃引して測定する設定が新規に作成されます。

- Sweep Voltage Between Terminal 1-3

  ベース／ゲート端子とエミッタ／ソース端子間の Cs-Rs モデル容量をベース - エミッタ端子間／ゲート - ソース端子間電圧を掃引して測定する設定が新規に作成されます。

General settings

この領域では、以下の項目の設定を行うことができます。

- Frequency

  MFCMU の測定信号周波数を指定します。
  設定範囲：1 kHz ～ 1 MHz

- AC Level

  MFCMU の測定信号レベルを指定します。
  設定範囲：0 ～ 250 mV

- N PLC

  測定の積分時間を Power Line Cycle 単位で指定します。
  設定範囲：1 ～ 100

- Phase Compensation

  MFCMU の位相補償のモードを指定します。

  - Auto

    既定の位相補償データを使用します。

  - Adaptive

    各点での測定前に位相補償を行います。

    Auto モードでの測定では MFCMU が発振して測定できない場合に有効です。

Details の行をクリックすると、以下の項目が表示／非表示されます。

- AC Level
- N PLC
- Phase Compensation

Base/Gate drive settings

ベース - コレクタ間／ゲート - ソース間電圧の出力設定を行います。測定の種類に応じて、一定バイアス電圧を出力するか、バイアス電圧を掃引することができます。

Base/Gate Voltage Bias:

一定バイアス電圧を出力する場合、以下の項目の設定を行うことができます。

- Bias

  バイアス電圧を指定します。
  設定範囲：–100 V ～ +100 V

Base/Gate Voltage Sweep:

バイアス電圧を掃引する場合、以下の項目の設定を行うことができます。

- Start

  バイアス電圧掃引の開始値を指定します。
  設定範囲：–100 V ～ +100 V

- Stop

  バイアス電圧掃引の終了値を指定します。
  設定範囲：–100 V ～ +100 V

- Sweep Mode

  掃引のモードを指定します。

  - LinearSingle

    Start から Stop への片道リニア掃引を行います。

  - LogSingle

    Start から Stop への片道ログ掃引を行います。

  - LinearDouble

    Start から Stop の間の往復リニア掃引を行います。

  - LogDouble

    Start から Stop の間の往復ログ掃引を行います。

- Number of Step

  掃引の片道分のステップ数を指定します。
  設定範囲：1 ～ 1001

- Hold Time

  掃引の開始時に開始値の出力を指定時間以上維持してから次の掃引ステップに進みます。
  設定範囲：0 ～ 655.35 s

- Delay Time

  掃引の各ステップの出力を指定時間以上維持してからそのステップでの測定を開始します。
  設定範囲：0 ～ 65.535 s

- Zero Bias Time

  1 回の掃引の完了後、指定時間以上各端子の電圧を 0V に維持します。
  設定範囲：0 ～ 99.9 s

  以下の表に示すような同じ容量パラメータの測定において、単独で測定した特性結果と連続して測定した特性結果に、測定間に与えられるバイアス電圧に依存した差異が生じる場合があります。このようなバイアス電圧によって特性に差異が生じるデバイスを連続した測定をする場合に、このパラメータはバイアス電圧による依存性を排除するために使用します。

デバイス・タイプ	連続測定	単独測定
MOSFET	• Ciss, Coss, Crss	• Ciss • Coss • Crss
	• Cgs, Cds, Cgd	• Cgs • Cds • Cgd
IGBT	• Cies, Coes, Cres	• Cies • Coes • Cres
	• Cge, Cce, Cgc	• Cge • Cce • Cgc

Details の行をクリックすると、以下の項目が表示／非表示されます。

- Number of Step
- Hold Time
- Delay Time
- Zero Bias Time

Collector/Drain drive settings

コレクタ - エミッタ間／ドレイン - ソース間電圧の出力設定を行います。測定の種類に応じて一定バイアス電圧を出力するか、バイアス電圧を掃引することができます。

Collector/Drain Voltage Bias:

一定バイアス電圧を出力する場合、以下の項目の設定を行うことができます。

- Bias

バイアス電圧を指定します。
設定範囲：–3000 V ～ +3000 V

Collector/Drain Voltage Sweep:

バイアス電圧を掃引する場合、以下の項目の設定を行うことができます。

- Start

  バイアス電圧掃引の開始値を指定します。
  設定範囲：–3000 V ～ +3000 V

- Stop

  バイアス電圧掃引の終了値を指定します。
  設定範囲：–3000 V ～ +3000 V

- Sweep Mode

  掃引のモードを指定します。

  - LinearSingle

    Start から Stop への片道リニア掃引を行います。

  - LogSingle

    Start から Stop への片道ログ掃引を行います。

  - LinearDouble

    Start から Stop の間の往復リニア掃引を行います。

  - LogDouble

    Start から Stop の間の往復ログ掃引を行います。

- Number of Step

  掃引の片道分のステップ数を指定します。
  設定範囲：1 ～ 1001

- Hold Time

  掃引の開始時に開始値の出力を指定時間以上維持してから次の掃引ステップに進みます。
  設定範囲：0 ～ 655.35

- Delay Time

  掃引の各ステップの出力を指定時間以上維持してからそのステップでの測定を開始します。
  設定範囲：0 ～ 65.535

- Zero Bias Time

  1 回の掃引の完了後、指定時間以上各端子の電圧を 0V に維持します。
  設定範囲：0 ～ 99.9

  以下の表に示すような同じ容量パラメータの測定において、単独で測定した特性結果と連続して測定した特性結果に、測定間に与えられるバイアス電圧に依存した差異が生じる場合があります。このようなバイアス電圧によって特性に差異が生じるデバイスを連続した測定をする場合に、このパラメータはバイアス電圧による依存性を排除するために使用します。

デバイス・タイプ	連続測定	単独測定
MOSFET	• Ciss, Coss, Crss	• Ciss • Coss • Crss
	• Cgs, Cds, Cgd	• Cgs • Cds • Cgd
IGBT	• Cies, Coes, Cres	• Cies • Coes • Cres
	• Cge, Cce, Cgc	• Cge • Cce • Cgc

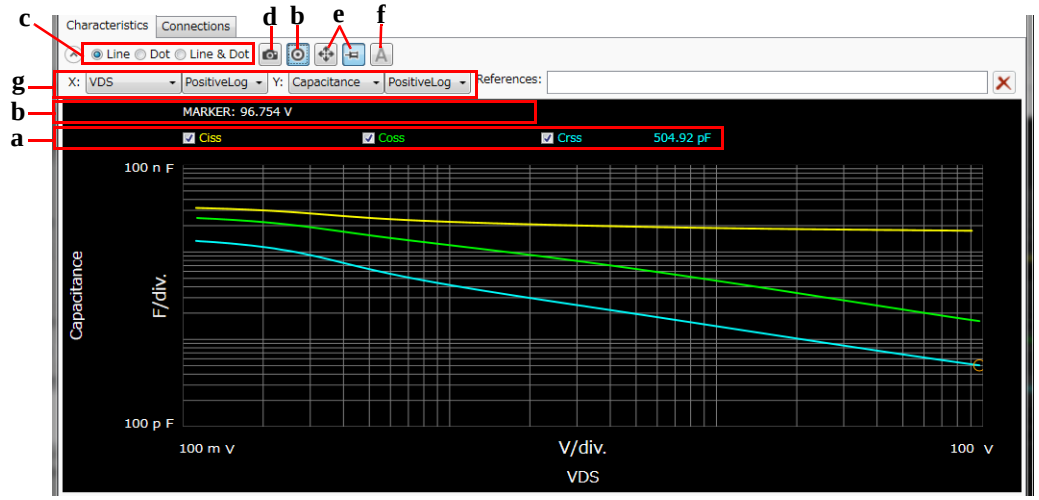
Details の行をクリックすると、以下の項目が表示／非表示されます。

- Number of Step
- Hold Time
- Delay Time
- Zero Bias Time

Characteristics

この領域には、測定結果として指定された特性曲線が表示されます。この領域を表示するには、Characteristics タブをクリックします。

Figure 4-19　Characteristics



a. 特性曲線の表示

Setup で指定した特性測定に合わせたデータが X 軸と Y 軸に自動的に指定され、特性グラフが表示されます。

測定条件別の特性曲線が複数ある場合には、グラフ上に測定条件の表記とチェックボックスが表示されます。特定の測定条件の特性曲線を表示したい場合は、その条件のチェックボックスをチェックします。複数選択も可能です。

X 軸および Y 軸の最小値と最大値は、値をクリックして変更することができます。

b. マーカ

ドメイン・マーカとトレース・マーカの 2 種類がサポートされています。グラフ上部のマーカ・ボタンで切り替えることができます。

：ドメイン・マーカ使用時のマーカ・ボタン
：トレース・マーカ使用時のマーカ・ボタン

ドメイン・マーカでは X 軸上の位置に対して複数の特性値を読み取ることができます。

このグラフでは、2 つのドメイン・マーカ（A と B）がサポートされています。マーカ A は常時表示されています。マーカ B を使用する場合には、グラフ左上の Maker(B) チェックボックスをチェックします。マーカ B は破線で表示されます。マーカを動かすにはロータリーノブまたはマウスを使用します。

マーカ表示の行には、各マーカの示す X 軸値と、マーカ B と A の差分（B-A）の値（Δ）が表示されます。また、各曲線名表示部には、各マーカの示す X 軸値に対する Y 軸値と、マーカ B と A の差分（B-A）の値（Δ）が表示されます。

トレース・マーカでは 1 つの特性曲線をなぞって読み取ることができます。往復掃引の結果を読み取る場合等に有効です。

マーカ表示の行には、マーカの示す X 軸値が表示されます。また、トレースしている曲線名表示部には、Y 軸値が表示されます。

c. トレース表示

グラフ上のトレースはライン（Line）、ドット（Dot）およびその組み合わせ（Line & Dot）のいずれかで表示することができます。グラフ上部のラジオ・ボタンで選択します。

d. リファレンス・トレース

現在表示している曲線をリファレンス・トレースとして維持し、他の測定結果と比較表示することができます。次に開いた測定データ・ファイルもしくは新規に表示された測定データのグラフ上に、リファレンス・トレースは淡色の細線で表示されます。リファレンス・トレースとして登録するには、グラフ上部の Capture ボタン をクリックします。

リファレンス・トレースは最大 10 件まで登録でき、Capture ボタン の下の References フィールドにその測定データ・ファイル名がリスト表示されます。測定データ・ファイル名の先頭のチェックボックスによって、そのリファレンス・トレースの表示／非表示を切り替えることができます。グラフ上部の ボタンの行をクリックすると、References フィールドを表示／非表示することができます。

不要なリファレンス・トレースを削除するには、References フィールドの測定データ・ファイル名を選択し、Remove ボタン をクリックします。

リファレンス・トレースの登録内容は、キャパシタンス測定ソフトウェアを終了した時にクリアされます。

e. オート・スケール

オート・スケール実行ボタン をクリックすると、その時点のデータを元にオート・スケールを実施します。

スケール・モード選択ボタンによってオート・スケール・モードを選択すると、測定の進行に従ってオート・スケールを実施します。

スケール・モード選択ボタンによって固定スケール・モードを選択すると、明示的なスケール変更操作を行うか、オート・スケール実行ボタンを操作しない限り、スケールを維持します。

 : オート・スケール・モード選択時のスケール・モード選択ボタン
 : 固定スケール・モード選択時のスケール・モード選択ボタン

f. トレース・ラベル

トレース・ラベル・ボタン  をクリックすると、特性曲線に対するパラメータ名の表示／非表示を切り替えることができます。

パラメータ名の表示は Ciss, Coss, Crss 等、複数のパラメータの特性曲線を併せて表示する場合に、それぞれを区別する上で有効です。

g. X/Y データ

X 軸、Y 軸のデータとスケールを選択できます。既定では Setup で指定した特性測定に合わせたデータが X 軸と Y 軸に指定されます。

グラフ上部の ボタンの行をクリックすると、X/Y データ・フィールドを表示／非表示することができます。

スケールは以下の 3 つから選択できます。

- Linear

  リニア・スケールでデータを表示します。

- PositiveLog

  正の範囲のデータをログ・スケールで表示します。

- NegativeLog

  負の範囲のデータをログ・スケールで表示します。

データは以下から選択できます。Setup で指定したパラメータに対応するデータについては、容量は Capacitance、コンダクタンスは Conductance、抵抗は Resistance と表示されます。

例えば Ciss 測定の場合、Cp は Capacitance、G は Conductance と表示されます。同様に Rg 測定の場合 Rs は Resistance、Cs は Capacitance と表示されます。

- Cp

  Cp-G モデルでの容量

- G

  Cp-G モデルでのコンダクタンス

- Cs

Cs-Rs モデルでの容量

- Rs

  Cs-Rs モデルでの抵抗

- Ls

  Ls-Rs モデルでのインダクタンス

- Lp

  Lp-G モデルでのインダクタンス

- R

  R-X（インピーダンス）モデルでの抵抗

- X

  R-X（インピーダンス）モデルでのリアクタンス

- G

  G-B（アドミッタンス）モデルでのコンダクタンス

- B

  G-B（アドミッタンス）モデルでのサセプタンス

- VGS（MOSFET の場合）／ VGE（IGBT の場合）

  ゲート - ソース間／ベース - エミッタ間電圧

- IG

  ゲート／ベース電流

- VDS（MOSFET の場合）／ VCE（IGBT の場合）

  ドレイン - ソース間／コレクタ - エミッタ間電圧

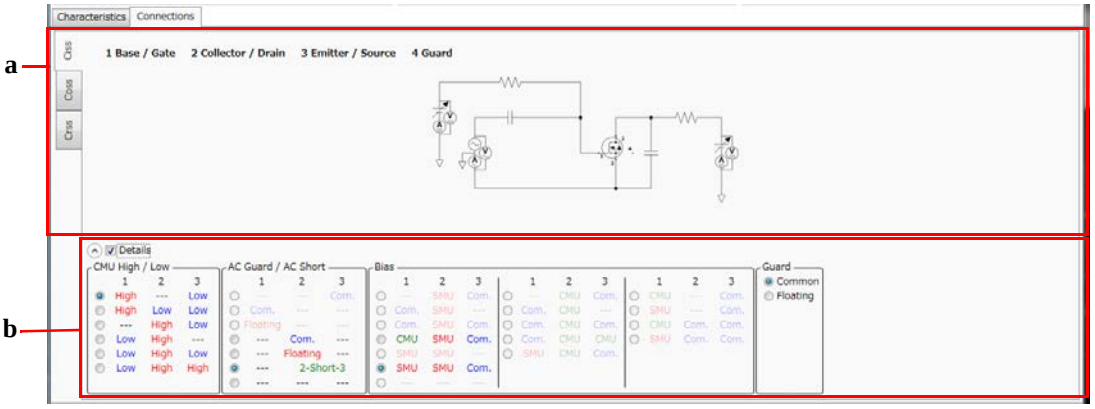
- ID（MOSFET の場合）／ IC（IGBT の場合）

  ドレイン／コレクタ電流

Connections

この領域には、Setup で指定した測定条件に沿って自動的に接続される測定回路図を表示します。この領域を表示するには、Connections タブをクリックします。

Figure 4-20 Connections



a. 測定回路図

測定回路図には、測定端子、測定リソース、および測定機器に内蔵される容量と抵抗との接続が示されます。端子番号と測定端子との対応は以下の通りです。

- 1：Base/Gate 端子
- 2：Collector/Drain 端子
- 3：Emitter/Source 端子
- 4：Guard 端子

NOTE

DUT がダイオードの場合は、2. Collector/Drain 端子にカソード端子を、3. Emitter/Source 端子にアノード端子を接続してください。

Ciss, Coss, Crss 測定などのように、複数の接続からなる一連の測定についてはそれぞれの測定回路図をタブで分けて表示します。

b.Details

回路図の下に詳細設定領域があります。既定では、本領域は非表示になっています。Details の行をクリックすると、本領域を表示／非表示することができます。

本領域では、各端子の接続状態が表形式で表示されます。また、Details エリアのチェックボックスをチェックすることにより、この接続表で既定の接続を変更することができます。接続は以下の項目の組み合わせによって指定できます。

- CMU High/Low

  DUT 端子（1 から 3）と CMU 端子（High と Low）との接続を選択します。

High	DUT 端子を CMU の High 端子に接続します。
Low	DUT 端子を CMU の Low 端子に接続します。
- - -	何も接続しません。

- AC Guard/AC Short

  DUT 端子（1 から 3）と AC Guard 端子との接続、または、DUT 端子 2 と 3 間の短絡接続を選択します。

Com.	DUT 端子をサーキット・コモンに直接接続します。
Floating	DUT 端子を機器に内蔵のコンデンサを介して選択された DC バイアス源、またはサーキット・コモンに接続します。.
2-Short-3	DUT 端子 2 と 3 を機器に内蔵のコンデンサを介して短絡します。
- - -	何も接続しません。

- Bias

  DUT 端子（1 から 3）と DC バイアス源（CMU、SMU、またはサーキット・コモン）との接続を選択します。

CMU	接続されている CMU 内のバイアス源を使用します。
SMU	DUT 端子をバイアス源として使われる SMU に接続します。
Com.	DUT 端子をサーキット・コモンに接続します。
- - -	何も接続しません。

- Guard

  DUT 端子 4 と AC Guard 端子との接続を選択します。

Com.	DUT 端子 4 をサーキット・コモンに直接接続します。

Floating DUT 端子 4 を機器に内蔵のコンデンサを介して選択された DC バイアス源、またはサーキット・コモンに接続します。

下表に有効な接続の一覧と、それぞれの接続において AC Guard 端子を Floating に指定した場合の出力を示します。表中の空欄は上段と同じであることを示します。

Table 4-17 有効な接続

CMU High/Low			AC Guard/AC Short			Bias			Guard
1	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**Floating**
High	- - -	Low	- - -	Com.	- - -	CMU	Com.	Com.	AC Guard
						SMU	Com.	Com.	AC Guard
			- - -	Floating	- - -	CMU	SMU	Com.	Terminal 2
						SMU	SMU	Com.	Terminal 2
						CMU	- - -	Com.	AC Guard
						SMU	- - -	Com.	AC Guard
			- - -	2-Short-3		CMU	SMU	Com.	Terminal 2
						SMU	SMU	Com.	Terminal 2
High	Low	Low	- - -	- - -	- - -	CMU	Com.	Com.	AC Guard
						SMU	Com.	Com.	AC Guard
- - -	High	Low	Com.	- - -	- - -	Com.	SMU	Com.	AC Guard
			Floating	- - -	- - -	SMU	SMU	Com.	AC Guard
						- - -	CMU	Com.	AC Guard
						SMU	CMU	Com.	AC Guard
Low	High	- - -	- - -	- - -	Com.	Com.	SMU	Com.	AC Guard
						SMU	SMU	Com.	AC Guard
						Com.	CMU	Com.	AC Guard
						SMU	CMU	Com.	AC Guard

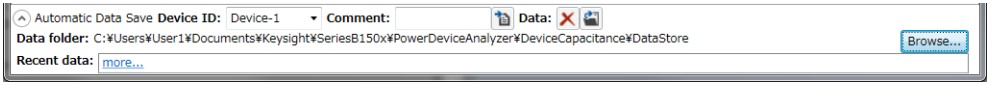
CMU High/Low			AC Guard/AC Short			Bias			Guard
1	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**Floating**
Low	High	Low	- - -	- - -	- - -	Com.	SMU	Com.	AC Guard
						SMU	SMU	Com.	AC Guard
						Com.	CMU	Com.	AC Guard
						SMU	CMU	Com.	AC Guard
Low	High	High	- - -	- - -	- - -	Com.	CMU	CMU	AC Guard

Automatic Data Save

この領域では、セットアップ・データおよび測定データの自動保存の設定を行います。これらのデータは、全項目の測定が終了すると、指定されたフォルダ内の測定データ・ファイルに自動的に保存されます。

Automatic Data Save の行をクリックすると、下記の Data folder および Recent data フィールドを表示／非表示することができます。

Figure 4-21 Automatic Data Save



Device ID

測定サンプル（DUT）のデバイス ID を文字列として入力します。最近入力された 10 件までのデバイス ID は履歴として保持され、この履歴リストからデバイス ID を選択することもできます。

入力されたデバイス ID は、測定完了時に自動的に測定データ・ファイルに記録されます。

最新の測定データ・ファイルに対しては、記録されているデバイス ID を測定完了後に変更することもできます。変更するには、Device ID フィールドでデバイス ID を変更して、適用ボタン をクリックします。

Comment

コメントを文字列として入力します。

入力されたコメントは、測定完了時に自動的に測定データ・ファイルに記録されます。

最新の測定データ・ファイルに対しては、記録されているコメントを測定完了後に変更することもできます。変更するには、Comment フィールドでコメントを変更して、適用ボタン をクリックします。

Data

自動保存された最新の測定データ・ファイル名もしくは最後に開いた測定データ・ファイル名が表示されます。以下の操作を行うことができます。

- オープン・ボタン をクリックすると、その測定データ・ファイルが読み込まれます。
- フォルダ名をクリックすると、その測定データ・ファイルの名前を変更することができます。

- 削除ボタン  をクリックすると、その測定データ・ファイルを削除することができます。

Data folder

測定データ・ファイルの自動保存先フォルダのパスを絶対パス形式で表示します。保存先フォルダを変更するには、Browse ボタンをクリックします。フォルダ選択用ダイアログ・ボックスが表示され、選択したフォルダが自動保存先フォルダに設定されます。

既定のデータ・フォルダについては「ファイルの一覧 (p. 4-106)」を参照してください。

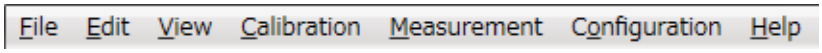
Recent data

最近自動保存された 10 件までの測定データ・ファイルをハイパーリンク形式で表示します。ハイパーリンクをクリックすると編集中の内容を破棄してファイルを開きます。

自動保存された測定データ・ファイルが 10 件を超える場合、自動保存先フォルダ内のファイルへアクセスするためのハイパーリンク ”more...” を表示します。このハイパーリンクをクリックすると、Open Data File ダイアログ・ボックスが表示され、ここで選択された測定データ・ファイルを開くことができます。

メイン・メニュー

Figure 4-22 メイン・メニュー



以下にメイン・メニューの機能を説明します。

File メニュー

セットアップ・ファイルおよび測定データ・ファイルの操作メニューを表示します。File メニューは以下のメニュー項目からなります。ファイルのタイプと拡張子については「ファイルの一覧 (p. 4-106)」を参照してください。

New 初期状態から始めるために、現在のセットアップの内容をクリアします。

Open... Open File ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定してセットアップ・ファイルもしくは測定データ・ファイルを開きます。ファイルを開くと、現在編集中のデータはクリアされます。

Save 現在編集中のデータを同じファイル名で保存します。

Save Setup As... Save Setup File ダイアログ・ボックスを開きます。現在のセットアップ・データを指定されたファイル名でセットアップ・ファイルに保存します。

Save Data As... Save Data File ダイアログ・ボックスを開きます。現在のセットアップ・データおよび測定データを指定されたファイル名で測定データ・ファイルに保存します。

Change Device ID... 測定データ・ファイルに記録されているデバイス ID を変更します。

Change Device ID ダイアログ・ボックスを表示して、選択された測定データ・ファイルに記録されているデバイス ID を一括して変更します。「Change Device ID ダイアログ・ボックス (p. 4-104)」を参照してください。

Recent Setup Files 最大 10 件までの最近利用したセットアップ・ファイルの一覧をメニュー項目として表示します。最近利用したセットアップ・ファイルを簡単に開くことができます。

Exit キャパシタンス測定ソフトウェアを終了します。保存されていない編集内容は破棄されます。

Edit メニュー

設定編集用メニューを表示します。Edit メニューは以下のメニュー項目からなります。

Cut 選択されたテキストをクリップボードに切り取ります。

Copy 選択されたテキストをクリップボードにコピーします。

Paste クリップボードの内容をテキスト入力に貼り付けます。

On-screen keyboard... スクリーン・キーボードを起動します。

View メニュー

表示設定用メニューを表示します。View メニューは以下のメニュー項目からなります。

Go to Palette ソフトウェア・パレットを全面に表示します。

Main Window メイン・ウィンドウの表示に関する設定を行います。Main Window メニューは以下のメニュー項目からなります。

Fullscreen チェック付きメニュー項目です。フルスクリーン表示／通常ウィンドウ表示の切り替えを行います。

チェックをオンするとタイトルバー無しのウィンドウ・スタイルでのフルスクリーン表示となります。

チェックをオフするとタイトルバー付きの通常ウィンドウ・スタイルでの表示となります。

既定ではチェックはオンされています。

Color Settings... 各種色設定を行う Color Setting ダイアログ・ボックスを開きます。「Color Setting ダイアログ・ボックス (p. 4-104)」を参照してください。

Calibration メニュー

補正操作用メニューを表示します。Calibration メニューは以下のメニュー項目からなります。

Start 補正データの取得用の Calibration ダイアログ・ボックスが開きます。「Calibration ダイアログ・ボックス (p. 4-105)」を参照してください。

Select Data 補正データ・ファイル選択用ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定して補正データを測定に適用します。

Load Factory Default 出荷時の補正データ・ファイルを測定に適用します。

Measurement メニュー

測定操作用メニューを表示します。Measurement メニューは以下のメニュー項目からなります。

Start 測定を開始します。測定中はフロントパネルの Measurement インジケータが点灯します。

測定を停止するには、Measurement > Stop メニューを選択します。ツールバーの Stop Measurement ボタン、もしくはフロント・パネル上の Stop キーを用いて測定を停止することも可能です。

Stop 実行中の測定を停止します。

Configuration メニュー

メインフレーム内蔵モジュールとテスト・フィクスチャの構成管理用メニューを表示します。Configuration メニューは以下のメニュー項目からなります。

Module... Module Configuration ダイアログ・ボックスを開きます。「Module Configuration ダイアログ・ボックス (p. 4-174)」を参照してください。

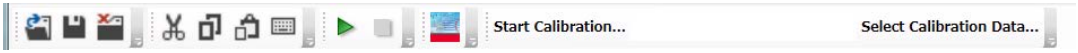
Help メニュー

Help メニューは以下のメニュー項目からなります。

About... アバウト・ボックスを開きます。「アバウト・ボックス (p. 4-106)」を参照してください。

ツールバー

Figure 4-23 ツールバー



ツールバーは 5 つのツールボタン・グループから構成されています。以下に各グループのツールボタンを記します。

File ツールボタン・グループ

Open	Open File ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定してセットアップ・ファイルもしくは測定データ・ファイルを開きます。ファイルを開くと、現在編集中のデータはクリアされます。
Save	現在編集中のデータを同じファイル名で保存します。
Exit	キャパシタンス測定ソフトウェアを終了します。保存されていない編集内容は破棄されます。

Edit ツールボタン・グループ

Cut	選択されたテキストをクリップボードに切り取ります。
Copy	選択されたテキストをクリップボードにコピーします。
Paste	クリップボードの内容をテキスト入力に貼り付けます。
On-screen keyboard	スクリーン・キーボードを起動します。

Measurement ツールボタン・グループ

 **Start Measurement**	測定を開始します。測定中はフロントパネルの Measurement インジケータが点灯します。 測定を停止するには、Stop Measurement ボタン  をクリックします。Measurement > Stop メニュー、もしくはフロント・パネル上の Stop キーを用いて測定を停止することも可能です。
 **Stop Measurement**	実行中の測定を停止します。

View ツールボタン・グループ

 **Go to Palette**	ソフトウェア・パレットを全面に表示します。

Calibration ツールボタン・グループ

Start Calibration...	補正データの取得用の Calibration ダイアログ・ボックスが開きます。「Calibration ダイアログ・ボックス (p. 4-105)」を参照してください。
Select Calibration Data...	補正データ・ファイル選択用ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定して補正データを測定に適用します。

ダイアログ・ボックス

Change Device ID ダイアログ・ボックス

Change Device ID ダイアログ・ボックスは、選択された測定データ・ファイルに記録されているデバイス ID を一括して変更します。

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー File > Change Device ID... から開かれます。

Device ID フィールド
新しいデバイス ID を入力します。履歴から選択することもできます。

Add... ボタン
ファイル選択用ダイアログ・ボックスを表示して、変更対象となる測定データ・ファイルを選択します。選択されたファイルはダイアログ・ボックス上の変更対象ファイル一覧に追加されます。（複数選択も可）

Remove ボタン
変更対象ファイル一覧から選んだ測定データ・ファイルを変更対象から除外します。

Execute ボタン
デバイス ID の変更を実行します。

Close ボタン
本ダイアログ・ボックスを終了します。

Color Setting ダイアログ・ボックス

Color Setting ダイアログ・ボックスは、以下にリストされる項目の色設定を行います。設定内容はユーザ設定として保存されます。

- Graph Background（グラフの背景色）
- Graph Axis（グラフの軸の色）
- Graph Grid（グラフのグリッドの色）
- Graph Text（グラフのテキストの色）
- Marker（マーカの色）
- Trace（特性曲線の各トレースの色）
  - First（1 つ目のトレースの色）
  - Second（2 つ目のトレースの色）
  - Third（3 つ目のトレースの色）

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー View > Color Settings... から開かれます。

各項目右側のカラー・パターンをクリックすると色の選択に使用されるダイアログ・ボックスが開きます。

Apply ボタン 現在の設定を適用します。

Reset ボタン 初期設定に戻します。

OK ボタン 現在の設定を適用し、ダイアログ・ボックスを閉じます。

Cancel ボタン 現在の設定を適用しないで、ダイアログ・ボックスを閉じます。

Calibration ダイアログ・ボックス

Calibration ダイアログ・ボックスは、測定経路の漏れコンダクタンス・寄生容量と残留抵抗・インダクタンスに関する補正データ（オープン補正データ、ショート補正データ）を取得し、測定に適用します。

測定対象までの接続経路を変更した場合、各測定経路の補正データを取得する必要があります。

取得した補正データは測定経路の自動切換えに際して自動的に適用されます。

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー Calibration > Start から開かれます。

Full Path Calibration Measurement

構成可能な全ての測定経路の補正データを取得する場合に選択します。

Minimum Path Calibration Measurement

現在のセットアップで接続する測定経路の補正データを取得する場合に選択します。

セットアップで接続する測定経路以外の測定経路については既定の補正データが適用されます。

Start ボタン 補正データの測定を開始します。表示される接続指示に従って接続を行い、補正データを取得します。

Save and Apply ボタン 取得した補正データをファイルに保存して、補正データを測定に適用します。

Cancel ボタン 取得した補正データを破棄して、ダイアログ・ボックスを閉じます。

アバウト・ボックス

アバウト・ボックスはモデル番号、ソフトウェアのレビジョン情報、ソフトウェア更新用のダウンロード URL 等を表示します。

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー Help > About... から開かれます。

ファイルの一覧

以下の表は、本ソフトウェア上で扱われるファイルの一覧を示します。

Table 4-18　ファイル一覧

ファイル・タイプ	説明	拡張子	既定保存フォルダ
セットアップ・ファイル	セットアップ・データが含まれます。 File メニューを用いて、任意のタイミングで保存できます。	*.pda-cap	（任意）
測定データ・ファイル	セットアップ・データおよび測定データが含まれます。デバイス ID およびコメントも含みます。 測定が終了すると、指定されたフォルダに自動的に保存されます。また、File メニューを用いて、任意のタイミングで保存することもできます。	*.pda-cap.txt	C:\Users\<user name>\Documents\Keysight\SeriesB150x\PowerDeviceAnalyzer\DeviceCapacitance\DataStore （変更可能）
補正データ・ファイル	補正データ 補正が終了すると、既定保存フォルダに自動的に保存されます。	*.pda-cap.cal	C:\ProgramData\Keysight\SeriesB150x\PowerDeviceAnalyzer\DeviceCapacitance\UserCalibrationData
	工場出荷時の既定の補正データ ユーザによる補正データがない場合に使用されます。		C:\ProgramData\Keysight\SeriesB150x\PowerDeviceAnalyzer\DeviceCapacitance\CalibrationData

自動保存時の測定データ・ファイル名

自動保存される測定データ・ファイルの名前は以下のようになります。

<DeviceID>_<TEMP>_<TIME>.pda-cap.txt

<DeviceID>: デバイス ID

<TEMP>: 温度情報

<TIME>: 保存時の時間

例：Device-1_@Ch1=30degC_Ch2=30degC_2014-10-30_18-56-55.pda-cap.txt

また、以下の規則に従ってファイル名が決定されます。

1. <TEMP> は、利用可能な温度計とその読み値を含む、以下の文字列となります。温度計を有効にするには、温度モニタ／コントロール ソフトウェアを使用します。「温度モニタ／コントロール ソフトウェア (p. 4-155)」を参照してください。

   @<thermometer>=<reading>degC

   - <thermometer>: 温度計を示す識別子

     Ch1 B1506A の Channel 1 温度計

     Ch2 B1506A の Channel 2 温度計

     Air ThermoStream のエア噴出し口温度計

     DUT ThermoStream の DUT 温度計

   - <reading>: 温度計の最新読み値（摂氏）

     複数の温度計が有効な場合は、温度情報がアンダースコア（_）で連結されます。連結される文字列に、@ は含まれません。

     例：@Ch1=25degC_Ch2=75degC_Air=100degC

2. <TIME> は、年、月、日、時、分、秒を含む文字列となります。その表現は、Windows の時間表現設定に依存します。また、ファイル名に使用できない文字は、アンダースコアで置換されます。

   例 1: 2014-10-30_18-56-55
   例 2: 30-10-2014_6-56-55_PM

3. ファイル名が既存のファイル名と重複する場合、拡張子の前に括弧 () で閉じられた 2 以上の通し番号が付けられます。

   例：
   Device-1_@Ch1=30degC_Ch2=30degC_2014-10-30_18-56-55(3).pda-cap.txt

ゲートチャージ測定ソフトウェア

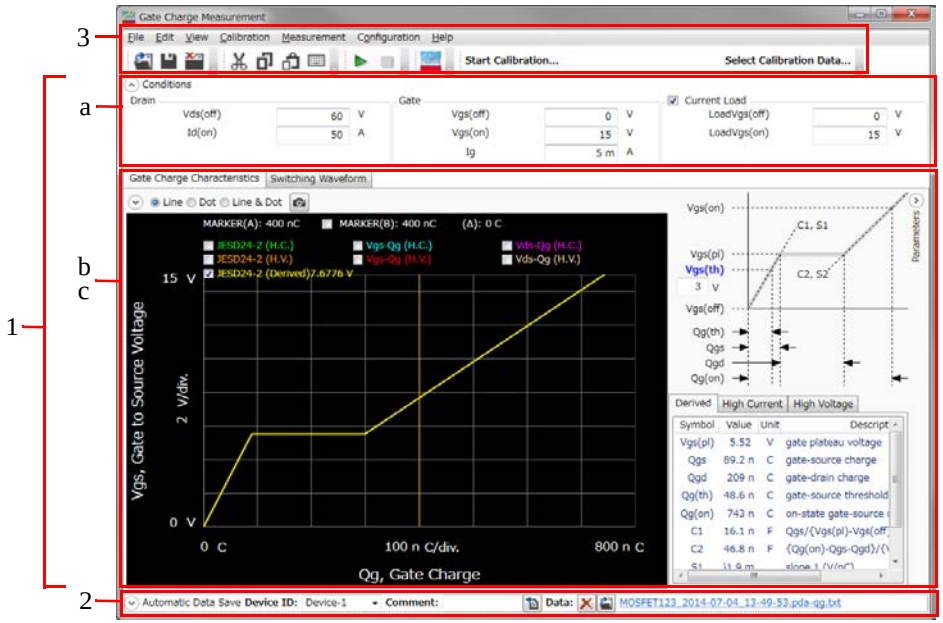
ゲートチャージ測定ソフトウェアは、以下を提供します。

- 定電流負荷モードと抵抗負荷モードの両方をサポート
- ゲート経路内の寄生容量と残留抵抗の補正
- DUT のターンオン時のゲートおよびドレイン／コレクタ電圧と電流波形のモニタリング
- JESD24-2 に準拠した Qg 曲線、ライン・フィッティングおよびパラメータ抽出

GUI 概要

ゲートチャージ測定ソフトウェアの GUI（グラフィック・ユーザ・インタフェース）は以下の領域で構成されています。

Figure 4-24 **ゲートチャージ測定ソフトウェアの GUI**



1. ワークエリア (p. 4-110 を参照)

   測定セットアップの設定と測定データの表示の機能を提供します。ワークエリアは以下の領域から構成されています。

   a. Conditions (p. 4-110 を参照)

   b. Gate Charge Characteristics (p. 4-113 を参照)

   c. Switching Waveform (p. 4-116 を参照)

2. Automatic Data Save (p. 4-121 を参照)

   測定データ・ファイルの自動保存に関わる機能を提供します。

3. 操作ツール

   - ツールバー (p. 4-123 を参照)

     使用頻度の高い機能をボタン形式で提供します。

- メイン・メニュー (p. 4-125 を参照)

  操作に必要な機能をメニュー形式で提供します。

本ソフトウェアで表示されるダイアログ・ボックスについては、「ダイアログ・ボックス (p. 4-128)」を参照してください。

本ソフトウェアで取り扱うファイルについては、「ファイルの一覧 (p. 4-131)」を参照してください。

ワークエリア

ワークエリアを用いて、測定セットアップの設定と測定データの表示を行います。ワークエリアは以下の領域から構成されています。

- Conditions (p. 4-110 を参照)
- Gate Charge Characteristics (p. 4-113 を参照)
- Switching Waveform (p. 4-116 を参照)

Conditions

この領域では、測定条件を入力します。設定範囲については、Table 4-19 (p. 4-112) を参照してください。

Conditions の行をクリックすると、本領域を非表示／表示することができます。

Figure 4-25 Conditions



Drain DUT のドレイン駆動条件を設定します。

Vds(off) オフ状態の DUT のドレイン - ソース間に印加する電圧を入力します。

Id(on) 定電流負荷（Current Load）を使用した場合に、オン状態の DUT のドレインに印加する電流を入力します。

定電流負荷（Current Load）を使用しない場合、オン電流はオフ電圧、負荷抵抗値、および DUT のオン抵抗／飽和電圧によって決まります。電源の電流出力レンジには Id(on) を範囲内に含む最小レンジが選択されます。

Gate

DUT のゲート駆動条件を設定します。

Vgs(off) DUT をオフするゲート - ソース間電圧を入力します。

Vgs(on) DUT が完全にオンするゲート - ソース間電圧を入力します。

Ig ゲート電流の制限値を入力します。この値は、スイッチング時間を左右します。Ig が大きいとスイッチング時間は短く、Ig が小さいとスイッチング時間は長くなります。

Current Load

定電流負荷を用いる場合には、チェックボックスをチェックします。

Drain (p. 4-110) で指定したオン電流となる定電流負荷トランジスタのゲート駆動条件を指定します。

抵抗負荷を用い、定電流負荷トランジスタを用いない場合はチェックボックスのチェックを外して無効にします。

LoadVgs(off) 定電流負荷トランジスタがオフするゲート - ソース間電圧を入力します。

LoadVgs(on) 定電流負荷トランジスタが完全にオンするゲート - ソース間電圧を入力します。

測定に際してはゲートチャージ測定の前に、DUT を完全にオンした状態で、Drain で指定したオン電流 Id(on) が流れる定電流負荷トランジスタのゲート - ソース間電圧を Vgs(off) から Vgs(on) 範囲で探索します。探索したゲート - ソース間電圧でトランジスタを駆動してゲートチャージ測定を行います。ここで、”DUT を完全にオンした状態 ” とは、DUT のゲート - ソース間電圧をゲート駆動条件の Vgs(on) とした状態です。

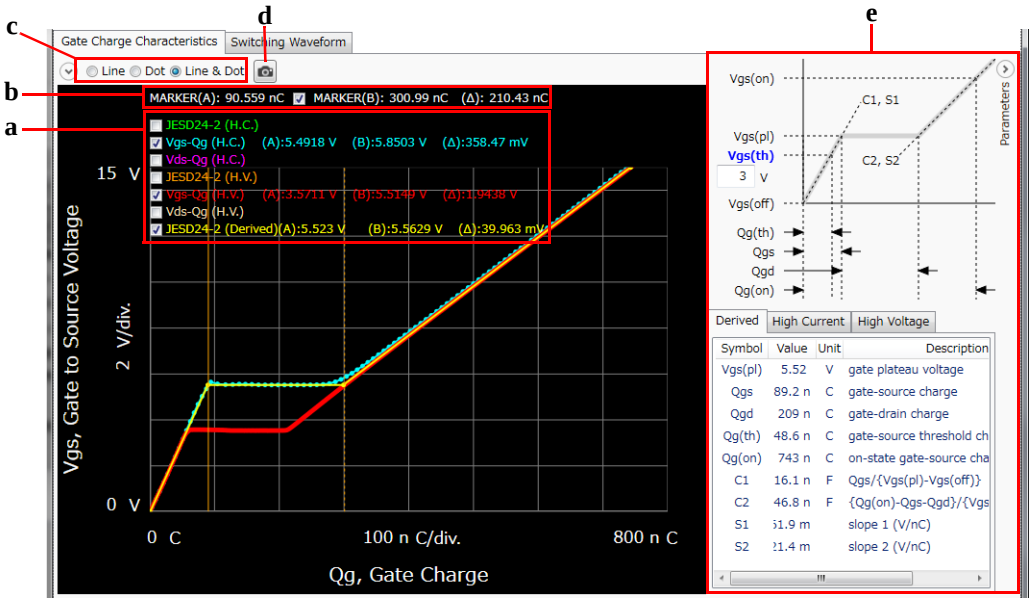
Table 4-19 パラメータの設定範囲

設定パラメータ	設定範囲		
	B1506A-H21	**B1506A-H51**	**B1506A-H71**
高電圧時の Vds(off)	0 V ～ +3000 V		
大電流時の Vds(off)	-40 V ～ +40 V	-60 V ～ +60 V	
Id(on) max.	20 A	450 A	1100 A
Vgs(off)	-30 V ～ +30 V		
Vgs(on)	-30 V ～ +30 V		
Ig	1 μA ～ 1 A		
LoadVgs(off)	-30 V ～ +30 V		
LoadVgs(on)	-30 V ～ +30 V		

Gate Charge Characteristics

この領域には、測定結果としてゲートチャージ特性曲線と抽出パラメータが表示されます。この領域を表示するには、Gate Charge Characteristics タブをクリックします。

Figure 4-26　Gate Charge Characteristics



a. 特性曲線の表示

以下の種類のゲートチャージ特性曲線を表示することができます。表示するには、各特性曲線のチェックボックスをチェックします。複数選択も可能です。

- JESD24-2 (Derived)

  Drain (p. 4-110) で指定したオフ電圧とオン電流でのゲートチャージ特性を示します。

- Vgs-Qg (H.C.)

  Drain (p. 4-110) で指定したオン電流を印加したゲートチャージ特性を示します。

  定電流負荷を用いない場合、オン電流値は負荷抵抗と DUT のオン抵抗および UHCU または HCSMU の出力電圧によって決まります。

- Vgs-Qg (H.V.)

Drain (p. 4-110) で指定したオフ電圧でのゲートチャージ特性を示します。

- JESD24-2 (H.C.)

  Vgs-Qg (H.C.) のゲートチャージ特性を JEDEC Standard JESD24-2 で定義されている slope S_1、slope S_2 および slope S_3 に分けて、直線近似したゲートチャージ特性です。

- JESD24-2 (H.V.)

  Vgs-Qg (H.V.) のゲートチャージ特性を JEDEC Standard JESD24-2 で定義されている slope S_1、slope S_2 および slope S_3 に分けて、直線近似したゲートチャージ特性です。

- Vds-Qg (H.C.)

  Vgs-Qg (H.C.) 測定時のドレイン - ソース間電圧とゲートチャージの関係を示します。

  HCSMU の場合、ドレイン - ソース間電圧は、定電流負荷トランジスタのドレインと被測定トランジスタのソースの間の電圧になります。

- Vds-Qg (H.V.)

  Vgs-Qg (H.V.) 測定時のドレイン - ソース間電圧とゲートチャージの関係を示します。

X 軸および Y 軸の最小値と最大値は、値をクリックして変更することができます。

b. マーカ

このグラフでは、2 つのマーカ（A と B）がサポートされています。マーカ A は常時表示されています。マーカ B を使用する場合には、グラフ左上の Maker(B) チェックボックスをチェックします。マーカ B は破線で表示されます。マーカを動かすにはロータリーノブまたはマウスを使用します。

マーカ表示の行には、各マーカの示す X 軸値と、マーカ B と A の差分（B-A）の値（Δ）が表示されます。また、各曲線名表示部には、各マーカの示す X 軸値に対する Y 軸値と、マーカ B と A の差分（B-A）の値（Δ）が表示されます。

c. トレース表示

グラフ上のトレースはライン（Line）、ドット（Dot）およびその組み合わせ（Line & Dot）のいずれかで表示することができます。グラフ上部のラジオ・ボタンで選択します。

d. リファレンス・トレース

現在表示している曲線をリファレンス・トレースとして維持し、他の測定結果と比較表示することができます。次に開いた測定データ・ファイルもしくは新規に表示された測定データのグラフ上に、リファレンス・トレースは淡色の細線で表示されます。リファレンス・トレースとして登録するには、グラフ上部の Capture ボタンをクリックします。

リファレンス・トレースは最大 10 件まで登録でき、Capture ボタンの下の References フィールドにその測定データ・ファイル名がリスト表示されます。測定データ・ファイル名の先頭のチェックボックスによって、そのリファレンス・トレースの表示／非表示を切り替えることができます。グラフ上部のボタンの行をクリックすると、References フィールドを表示／非表示することができます。

不要なリファレンス・トレースを削除するには、References フィールドの測定データ・ファイル名を選択し、Remove ボタンをクリックします。

リファレンス・トレースの登録内容は、ゲートチャージ測定ソフトウェアを終了した時にクリアされます。

e. パラメータ

DUT のしきい値電圧 Vgs(th) を入力パラメータとして、JESD24-2 (Derived)、JESD24-2 (H.C.) および JESD24-2 (H.V.) に対応したゲートチャージ抽出パラメータを算出し、表形式で表示します。それぞれのタブをクリックして、表示内容を切り替えられます。

Vgs(pl)	ゲート・プラトー電圧
Qgs	ゲート - ソース電荷。 JEDEC Standard JESD24-2 に定義されているスロープ S_1 に対するゲートチャージ。
Qgd	ゲート - ドレイン電荷。 JEDEC Standard JESD24-2 に定義されているスロープ S_3 に対するゲートチャージ。
Qg(th)	しきい値電圧のゲートチャージ。 Vgs(off) から Vgs(th) までのゲートチャージ。
Qg(on)	オン状態のゲート - ソース電荷。 Vgs(off) から Vgs(on) までのゲートチャージ。
C1	Qgs/{Vgs(pl)-Vgs(off)}。 JEDEC Standard JESD24-2 に定義されているスロープ S_1 に対する等価キャパシタンス。
C2	{Qg(on)-Qgs-Qgd}/{Vgs(on)-Vgs(pl)}。 JEDEC Standard JESD24-2 に定義されているスロープ S_2 に対する等価キャパシタンス。

S1 JEDEC Standard JESD24-2 に定義されているスロープ S_1。

S2 JEDEC Standard JESD24-2 に定義されているスロープ S_2。

右側の Parameters の列をクリックすると、本領域を非表示／表示することができます。

Switching Waveform

このページには、DUT のスイッチング波形が表示され、スイッチングの様子を確認することができます。また、測定前にスイッチングに関わる詳細な設定を行うこともできます。本ページを表示するには、Switching Waveform タブをクリックします。

スイッチングの結果、得られるゲート電流、ゲート - ソース間電圧の時間波形データ、および補正データからゲートチャージ特性を算出します。

スイッチングには以下の 2 つのモードがあります。

- High Current Switching Mode

  UHCU または HCSMU を電源として Current Load (p. 4-111) で指定された定電流負荷を介して DUT に Drain (p. 4-110) で指定されたオン電流を印加します。

  また、Drain (p. 4-110) でのオフ電圧の指定に従って、印加電圧を以下の通り決定します。

  - オフ電圧の指定が UHCU または HCSMU の出力電圧範囲内である場合、指定電圧を印加します。UHCU の最大電圧は 60 V です。HCSMU の場合は 20 A レンジを使用し、最大電圧は 20 V です。
  - オフ電圧が UHCU ／ HCSMU の出力電圧範囲を超える場合、UHCU では 60 V を、HCSMU では 20 V を印加します。

  定電流負荷を使用しない場合は負荷抵抗と DUT のオン抵抗、電源電圧によって決まる電流が印加されます。

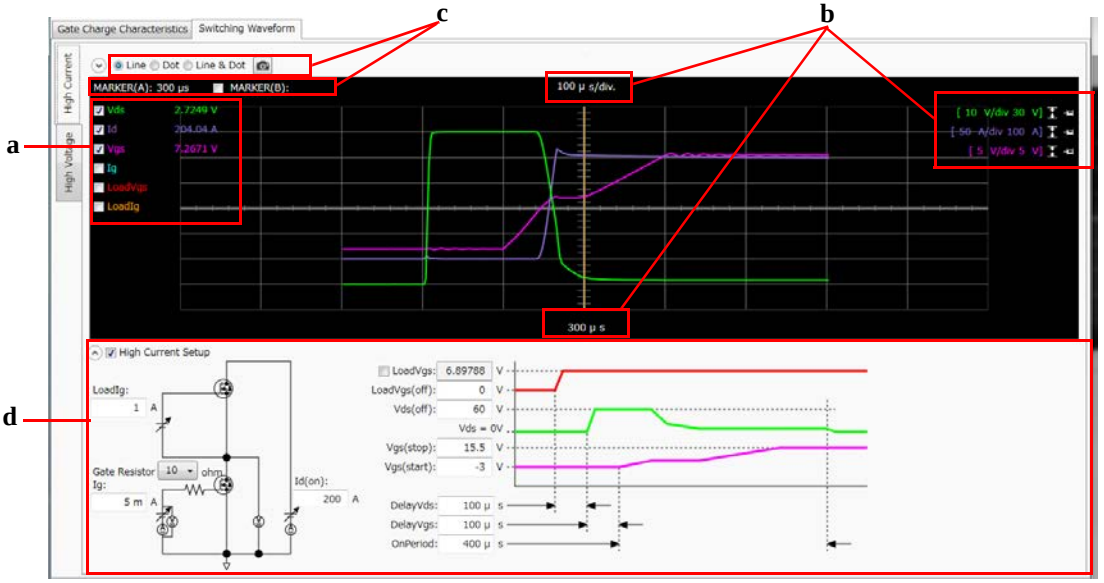
- High Voltage Switching Mode

  HVSMU を電源として DUT に Drain (p. 4-110) で指定されたオフ電圧を印加します。

このページにはそれぞれのスイッチング・モードでの時間波形を表示するグラフ領域と詳細設定領域を備えます。モード表示の切り替えは、左側のタブ（High Current と High Voltage）で行います。

High Current Switching Mode

Figure 4-27 **Switching Waveform (High Current Switching Mode)**



a. 波形の表示

以下の種類の時間波形を表示することができます。表示するには、各時間波形のチェックボックスをチェックします。複数選択も可能です。

- Vds: ドレイン - ソース間電圧時間波形
- Id: ドレイン電流時間波形
- Vgs: ゲート - ソース間電圧時間波形
- Ig: ゲート電流時間波形
- LoadVgs: Current Load のゲート - ソース間電圧時間波形
- LoadIg: Current Load のゲート電流時間波形

b. スケール調整

グラフの右上には、表示されている曲線の Y 軸のスケールおよびオフセット値が表示されています。

X 軸および Y 軸上の以下の値は、値をクリックして変更することができます。

- X 軸のスケール値および原点値

- Y 軸のスケール値およびオフセット値

グラフの右上の各曲線の Y 軸のスケールおよびオフセット値の隣に、オート・スケール実行ボタンとスケール・モード選択ボタンがあります。

オート・スケール実行ボタン をクリックすると、その時点のデータを元にオート・スケールを実施します。

スケール・モード選択ボタンによってオート・スケール・モードを選択すると、測定の進行に従ってオート・スケールを実施します。

スケール・モード選択ボタンによって固定スケール・モードを選択すると、明示的なスケール変更操作を行うか、オート・スケール実行ボタンを操作しない限り、スケールを維持します。

: オート・スケール・モード選択時のスケール・モード選択ボタン
: 固定スケール・モード選択時のスケール・モード選択ボタン

c. その他のグラフ機能

グラフ上では、マーカを用いた値の読み取り、トレース表示の変更、リファレンス・トレースの利用ができます。詳しくは、「b. マーカ (p. 4-114)」、「c. トレース表示 (p. 4-114)」、および「d. リファレンス・トレース (p. 4-115)」を参照してください。

d. 詳細設定

グラフ領域の下に詳細設定領域があります。既定では、本領域は非表示になっています。High Current Setup の行をクリックすると、本領域を表示／非表示することができます。

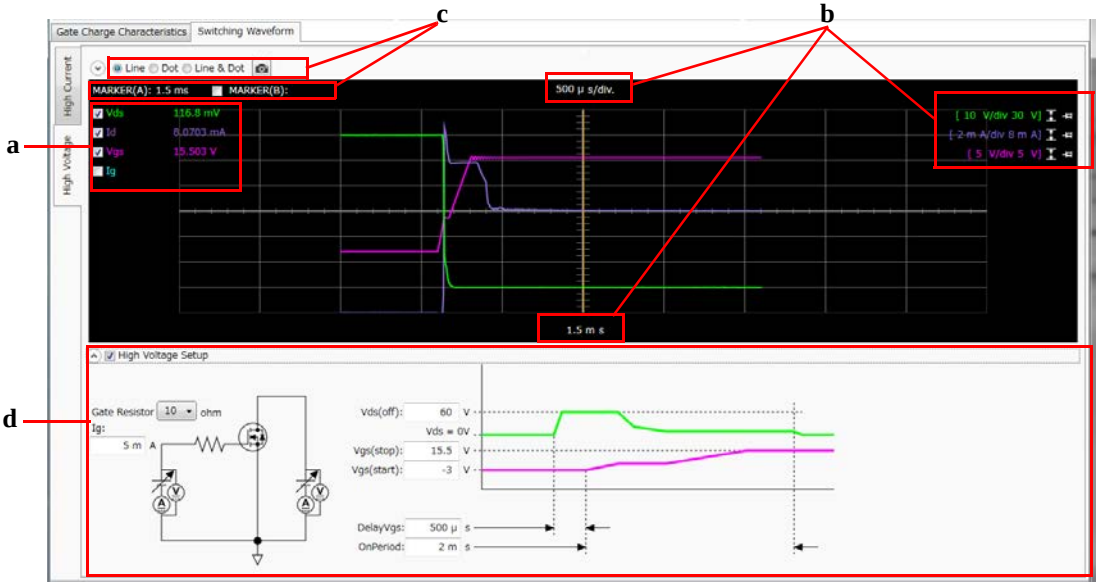
本領域では、測定回路図およびタイミング・チャートをベースに下記の設定項目が表示されます。また、High Current Setup のチェックボックスをチェックすることにより、この領域で各設定を編集することができます。

LoadIg	定電流負荷のゲート電流の制限値
Ig	DUT のゲート電流の制限値
Gate Resistor	DUT に対するゲート抵抗値 （両スイッチング・モードで同値が使われます。）
Id(on)	オン状態のドレイン電流
LoadVgs	Id(on) に合わせて調整された定電流負荷ゲート - ソース間電圧 チェックボックスをチェックすることで Id(on) に合わせて調整された定電流負荷ゲート - ソース間電圧を上書き指定することができます。
LoadVgs(off)	オフ状態の定電流負荷ゲート - ソース電圧
Vds(off)	オフ状態のドレイン - ソース電圧

Vgs(stop)	ゲート - ソース電圧のストップ値
Vgs(start)	ゲート - ソース電圧のスタート値
DelayVds	定電流負荷の機能開始からドレイン - ソース電圧がオフ状態の値になるまでの遅延時間
DelayVgs	ドレイン - ソース電圧がオフ状態の値になってからゲート - ソース電圧の変化が始まるまでの遅延時間
OnPeriod	ゲート - ソース電圧の変化開始からドレイン - ソース電圧がゼロに戻るまでの期間

High Voltage Switching Mode

Figure 4-28 **Switching Waveform (High Voltage Switching Mode)**



a. 波形の表示

以下の種類の時間波形を表示することができます。表示するには、各時間波形のチェックボックスをチェックします。複数選択も可能です。

- Vds: ドレイン - ソース間電圧時間波形
- Id: ドレイン電流時間波形
- Vgs: ゲート - ソース間電圧時間波形
- Ig: ゲート電流時間波形

b. スケール調整

グラフの右上には、表示されている曲線の Y 軸のスケールおよびオフセット値が表示されています。

X 軸および Y 軸上の以下の値は、値をクリックして変更することができます。

- X 軸のスケール値および原点値
- Y 軸のスケール値およびオフセット値

グラフの右上の各曲線の Y 軸のスケールおよびオフセット値の隣に、オート・スケール実行ボタンとスケール・モード選択ボタンがあります。

オート・スケール実行ボタン をクリックすると、その時点のデータを元にオート・スケールを実施します。

スケール・モード選択ボタンによってオート・スケール・モードを選択すると、測定の進行に従ってオート・スケールを実施します。

スケール・モード選択ボタンによって固定スケール・モードを選択すると、明示的なスケール変更操作を行うか、オート・スケール実行ボタンを操作しない限り、スケールを維持します。

: オート・スケール・モード選択時のスケール・モード選択ボタン
: 固定スケール・モード選択時のスケール・モード選択ボタン

c. その他のグラフ機能

グラフ上では、マーカを用いた値の読み取り、トレース表示の変更、リファレンス・トレースの利用ができます。詳しくは、「b. マーカ (p. 4-114)」、「c. トレース表示 (p. 4-114)」、および「d. リファレンス・トレース (p. 4-115)」を参照してください。

d. 詳細設定

グラフ領域の下に詳細設定領域があります。既定では、本領域は非表示になっています。Hight Voltage Setup の行をクリックすると、本領域を表示／非表示することができます。

本領域では、測定回路図およびタイミング・チャートをベースに下記の設定項目が表示されます。また、High Voltage Setup のチェックボックスをチェックすることにより、この領域で各設定を編集することができます。

Ig	DUT のゲート電流の制限値
Gate Resistor	DUT に対するゲート抵抗値 （両スイッチング・モードで同値が使われます。）
Vds(off)	オフ状態のドレイン - ソース電圧
Vgs(stop)	ゲート - ソース電圧のストップ値
Vgs(start)	ゲート - ソース電圧のスタート値

DelayVgs ドレイン - ソース電圧がオフ状態の値になってからゲート - ソース電圧の変化が始まるまでの遅延時間

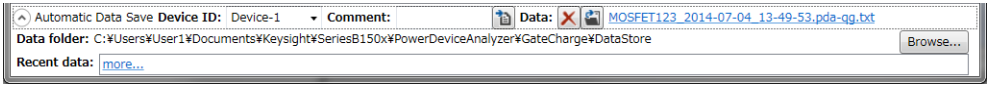
OnPeriod ゲート - ソース電圧の変化開始からドレイン - ソース電圧がゼロに戻るまでの期間

Automatic Data Save

この領域では、セットアップ・データおよび測定データの自動保存の設定を行います。これらのデータは、全項目の測定が終了すると、指定されたフォルダ内の測定データ・ファイルに自動的に保存されます。

Automatic Data Save の行をクリックすると、下記の Data folder および Recent data フィールドを表示／非表示することができます。

Figure 4-29 Automatic Data Save



Device ID 測定サンプル（DUT）のデバイス ID を文字列として入力します。最近入力された 10 件までのデバイス ID は履歴として保持され、この履歴リストからデバイス ID を選択することもできます。

入力されたデバイス ID は、測定完了時に自動的に測定データ・ファイルに記録されます。

最新の測定データ・ファイルに対しては、記録されているデバイス ID を測定完了後に変更することもできます。変更するには、Device ID フィールドでデバイス ID を変更して、適用ボタン をクリックします。

Comment コメントを文字列として入力します。

入力されたコメントは、測定完了時に自動的に測定データ・ファイルに記録されます。

最新の測定データ・ファイルに対しては、記録されているコメントを測定完了後に変更することもできます。変更するには、Comment フィールドでコメントを変更して、適用ボタン をクリックします。

Data 自動保存された最新の測定データ・ファイル名もしくは最後に開いた測定データ・ファイル名が表示されます。以下の操作を行うことができます。

- オープン・ボタン  をクリックすると、その測定データ・ファイルが読み込まれます。
- フォルダ名をクリックすると、その測定データ・ファイルの名前を変更することができます。
- 削除ボタン  をクリックすると、その測定データ・ファイルを削除することができます。

Data folder

測定データ・ファイルの自動保存先フォルダのパスを絶対パス形式で表示します。保存先フォルダを変更するには、Browse ボタンをクリックします。フォルダ選択用ダイアログ・ボックスが表示され、選択したフォルダが自動保存先フォルダに設定されます。

既定のデータ・フォルダについては「ファイルの一覧 (p. 4-131)」を参照してください。

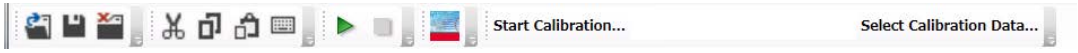
Recent data

最近自動保存された 10 件までの測定データ・ファイルをハイパーリンク形式で表示します。ハイパーリンクをクリックすると編集中の内容を破棄してファイルを開きます。

自動保存された測定データ・ファイルが 10 件を超える場合、自動保存先フォルダ内のファイルへアクセスするためのハイパーリンク ”more...” を表示します。このハイパーリンクをクリックすると、Open Data File ダイアログ・ボックスが表示され、ここで選択された測定データ・ファイルを開くことができます。

ツールバー

Figure 4-30 ツールバー



ツールバーは 5 つのツールボタン・グループから構成されています。以下に各グループのツールボタンを記します。

File ツールボタン・グループ

Open	Open File ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定してセットアップ・ファイルもしくは測定データ・ファイルを開きます。ファイルを開くと、現在編集中のデータはクリアされます。
Save	現在編集中のデータを同じファイル名で保存します。
Exit	ゲートチャージ測定ソフトウェアを終了します。保存されていない編集内容は破棄されます。

Edit ツールボタン・グループ

Cut	選択されたテキストをクリップボードに切り取ります。
Copy	選択されたテキストをクリップボードにコピーします。
Paste	クリップボードの内容をテキスト入力に貼り付けます。
On-screen keyboard	スクリーン・キーボードを起動します。

Measurement ツールボタン・グループ

Start Measurement	測定を開始します。測定中はフロントパネルの Measurement インジケータが点灯します。 測定を停止するには、Measurement > Stop メニューを選択します。ツールバーの Stop Measurement ボタン、もしくはフロント・パネル上の Stop キーを用いて測定を停止することも可能です。
Stop Measurement	実行中の測定を停止します。

View ツールボタン・グループ

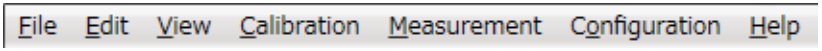
Go to Palette	ソフトウェア・パレットを全面に表示します。

Calibration ツールボタン・グループ

Start Calibration...	補正データの取得用の Calibration ダイアログ・ボックスが開きます。「Calibration ダイアログ・ボックス (p. 4-129)」を参照してください。
Select Calibration Data...	補正データ・ファイル選択用ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定して補正データを測定に適用します。

メイン・メニュー

Figure 4-31 メイン・メニュー



以下にメイン・メニューの機能を説明します。

File メニュー

セットアップ・ファイルおよび測定データ・ファイルの操作メニューを表示します。File メニューは以下のメニュー項目からなります。ファイルのタイプと拡張子については「ファイルの一覧 (p. 4-131)」を参照してください。

New 初期状態から始めるために、現在のセットアップの内容をクリアします。

Open... Open File ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定してセットアップ・ファイルもしくは測定データ・ファイルを開きます。ファイルを開くと、現在編集中のデータはクリアされます。

Save 現在編集中のデータを同じファイル名で保存します。

Save Setup As... Save Setup File ダイアログ・ボックスを開きます。現在のセットアップ・データを指定されたファイル名でセットアップ・ファイルに保存します。

Save Data As... Save Data File ダイアログ・ボックスを開きます。現在のセットアップ・データおよび測定データを指定されたファイル名で測定データ・ファイルに保存します。

Change Device ID... 測定データ・ファイルに記録されているデバイス ID を変更します。

Change Device ID ダイアログ・ボックスを表示して、選択された測定データ・ファイルに記録されているデバイス ID を一括して変更します。「Change Device ID ダイアログ・ボックス (p. 4-128)」を参照してください。

Recent Setup Files 最大 10 件までの最近利用したセットアップ・ファイルの一覧をメニュー項目として表示します。最近利用したセットアップ・ファイルを簡単に開くことができます。

Exit ゲートチャージ測定ソフトウェアを終了します。保存されていない編集内容は破棄されます。

Edit メニュー

設定編集用メニューを表示します。Edit メニューは以下のメニュー項目からなります。

Cut 選択されたテキストをクリップボードに切り取ります。

Copy 選択されたテキストをクリップボードにコピーします。

Paste クリップボードの内容をテキスト入力に貼り付けます。

On-screen keyboard... スクリーン・キーボードを起動します。

View メニュー

表示設定用メニューを表示します。View メニューは以下のメニュー項目からなります。

Go to Palette ソフトウェア・パレットを全面に表示します。

Main Window メイン・ウィンドウの表示に関する設定を行います。Main Window メニューは以下のメニュー項目からなります。

Fullscreen チェック付きメニュー項目です。フルスクリーン表示／通常ウィンドウ表示の切り替えを行います。

チェックをオンするとタイトルバー無しのウィンドウ・スタイルでのフルスクリーン表示となります。

チェックをオフするとタイトルバー付きの通常ウィンドウ・スタイルでの表示となります。

既定ではチェックはオンされています。

Color Settings... 各種色設定を行う Color Setting ダイアログ・ボックスを開きます。「Color Setting ダイアログ・ボックス (p. 4-128)」を参照してください。

Calibration メニュー

補正操作用メニューを表示します。Calibration メニューは以下のメニュー項目からなります。

Start 補正データの取得用の Calibration ダイアログ・ボックスが開きます。「Calibration ダイアログ・ボックス (p. 4-129)」を参照してください。

Select Data 補正データ・ファイル選択用ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定して補正データを測定に適用します。

Load Factory Default
出荷時の補正データ・ファイルを測定に適用します。

Measurement メニュー
測定操作用メニューを表示します。Measurement メニューは以下のメニュー項目からなります。

Start
測定を開始します。測定中はフロントパネルの Measurement インジケータが点灯します。

測定を停止するには、Measurement > Stop メニューを選択します。ツールバーの Stop Measurement ボタン、もしくはフロント・パネル上の Stop キーを用いて測定を停止することも可能です。

Stop
実行中の測定を停止します。

Configuration メニュー
メインフレーム内蔵モジュールとテスト・フィクスチャの構成管理用メニューを表示します。Configuration メニューは以下のメニュー項目からなります。

Module...
Module Configuration ダイアログ・ボックスを開きます。「Module Configuration ダイアログ・ボックス (p. 4-174)」を参照してください。

Help メニュー
Help メニューは以下のメニュー項目からなります。

About...
アバウト・ボックスを開きます。「アバウト・ボックス (p. 4-130)」を参照してください。

ダイアログ・ボックス

Change Device ID ダイアログ・ボックス

Change Device ID ダイアログ・ボックスは、選択された測定データ・ファイルに記録されているデバイス ID を一括して変更します。

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー File > Change Device ID... から開かれます。

Device ID フィールド
新しいデバイス ID を入力します。履歴から選択することもできます。

Add... ボタン
ファイル選択用ダイアログ・ボックスを表示して、変更対象となる測定データ・ファイルを選択します。選択されたファイルはダイアログ・ボックス上の変更対象ファイル一覧に追加されます。（複数選択も可）

Remove ボタン
変更対象ファイル一覧から選んだ測定データ・ファイルを変更対象から除外します。

Execute ボタン
デバイス ID の変更を実行します。

Close ボタン
本ダイアログ・ボックスを終了します。

Color Setting ダイアログ・ボックス

Color Setting ダイアログ・ボックスは、以下にリストされる項目の色設定を行います。設定内容はユーザ設定として保存されます。

- Graph Background（グラフの背景色）
- Graph Axis（グラフの軸の色）
- Graph Grid（グラフのグリッドの色）
- Graph Text（グラフのテキストの色）
- Marker（マーカの色）
- Gate Charge Characteristics（ゲートチャージ特性グラフの各トレース色）
  - JESD24-2 (H.C.)
  - Vgs-Qg (H.C.)
  - Vds-Qg (H.C.)
  - JESD24-2 (H.V.)

  - Vgs-Qg (H.V.)
  - Vds-Qg (H.V.)
  - JESD24-2 (Derived)
- Switching Waveform（スイッチング波形グラフの各トレース色）
  - Vds
  - Id
  - Vgs
  - Ig
  - LoadVgs
  - LoadIg

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー View > Color Settings... から開かれます。

各項目右側のカラー・パターンをクリックすると色の選択に使用されるダイアログ・ボックスが開きます。

Apply ボタン 現在の設定を適用します。

Reset ボタン 初期設定に戻します。

OK ボタン 現在の設定を適用し、ダイアログ・ボックスを閉じます。

Cancel ボタン 現在の設定を適用しないで、ダイアログ・ボックスを閉じます。

Calibration ダイアログ・ボックス

Calibration ダイアログ・ボックスは、測定経路の残留抵抗と寄生容量に関する補正データを取得し、測定に適用します。

補正データは測定対象デバイスとの接続形態ごとに取得・適用する必要があります。

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー Calibration > Start から開かれます。

Default Calibration タブ・ページ 既定の測定条件で DUT ゲート駆動経路のショート補正データとオープン補正データの取得を行います。

User Series Resistor
DUT に外付けされており、ショート補正測定では測ることのできない、直列抵抗の値を設定します。

ショート補正測定で得られる残留抵抗値と User Series Resistor の値を合わせて補正されます。

Measure ボタン
補正データの測定を開始します。表示される接続指示に従って接続を行い、補正データを取得します。

Save and Apply ボタン
取得した補正データをファイルに保存して、補正データを測定に適用します。

Cancel ボタン
取得した補正データを破棄して、ダイアログ・ボックスを閉じます。

Advanced タブ・ページ

測定セットアップで指定している DUT ゲート駆動条件でのオープン補正データの取得を行います。

測定対象のゲート電荷量が小さい場合に有効です。

Measure ボタン
補正データの測定を開始します。表示される接続指示に従って接続を行い、補正データを取得します。

Clear ボタン
このページで取得した補正データを破棄し、適用をキャンセルします。オープン補正には工場出荷時のデフォルトの補正データが適用されます。

Close ボタン
ダイアログ・ボックスを閉じます。

アバウト・ボックス

アバウト・ボックスはモデル番号、ソフトウェアのレビジョン情報、ソフトウェア更新用のダウンロード URL 等を表示します。

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー Help > About... から開かれます。

ファイルの一覧

以下の表は、本ソフトウェア上で扱われるファイルの一覧を示します。

Table 4-20　ファイル一覧

ファイル・タイプ	説明	拡張子	既定保存フォルダ
セットアップ・ファイル	セットアップ・データが含まれます。 File メニューを用いて、任意のタイミングで保存できます。	*.pda-qg	（任意）
測定データ・ファイル	セットアップ・データおよび測定データが含まれます。デバイス ID およびコメントも含みます。 測定が終了すると、指定されたフォルダに自動的に保存されます。また、File メニューを用いて、任意のタイミングで保存することもできます。	*.pda-qg.txt	C:\Users\<user name>\Documents\Keysight\SeriesB150x\PowerDeviceAnalyzer\GateCharge\DataStore （変更可能）
補正データ・ファイル	補正データ 補正が終了すると、既定保存フォルダに自動的に保存されます。	*.pda-qg.cal	C:\ProgramData\Keysight\SeriesB150x\PowerDeviceAnalyzer\GateCharge\UserCalibrationData
	工場出荷時の既定の補正データ ユーザによる補正データがない場合に使用されます。		C:\ProgramData\Keysight\SeriesB150x\PowerDeviceAnalyzer\GateCharge\CalibrationData

自動保存時の測定データ・ファイル名

自動保存される測定データ・ファイルの名前は以下のようになります。

<DeviceID>_<TEMP>_<TIME>.pda-qg.txt

<DeviceID>: デバイス ID

<TEMP>: 温度情報

<TIME>: 保存時の時間

例：Device-1_@Ch1=30degC_Ch2=30degC_2014-10-30_18-56-55.pda-qg.txt

また、以下の規則に従ってファイル名が決定されます。

1. <TEMP> は、利用可能な温度計とその読み値を含む、以下の文字列となります。温度計を有効にするには、温度モニタ／コントロール ソフトウェアを使用します。「温度モニタ／コントロール ソフトウェア (p. 4-155)」を参照してください。

   @<thermometer>=<reading>degC

   - <thermometer>: 温度計を示す識別子

     Ch1 B1506A の Channel 1 温度計

     Ch2 B1506A の Channel 2 温度計

     Air ThermoStream のエア噴出し口温度計

     DUT ThermoStream の DUT 温度計

   - <reading>: 温度計の最新読み値（摂氏）

     複数の温度計が有効な場合は、温度情報がアンダースコア（_）で連結されます。連結される文字列に、@ は含まれません。

     例：@Ch1=25degC_Ch2=75degC_Air=100degC

2. <TIME> は、年、月、日、時、分、秒を含む文字列となります。その表現は、Windows の時間表現設定に依存します。また、ファイル名に使用できない文字は、アンダースコアで置換されます。

   例 1: 2014-10-30_18-56-55
   例 2: 30-10-2014_6-56-55_PM

3. ファイル名が既存のファイル名と重複する場合、拡張子の前に括弧 () で閉じられた 2 以上の通し番号が付けられます。

   例：
   Device-1_@Ch1=30degC_Ch2=30degC_2014-10-30_18-56-55(3).pda-qg.txt

パワーロス計算ソフトウェア

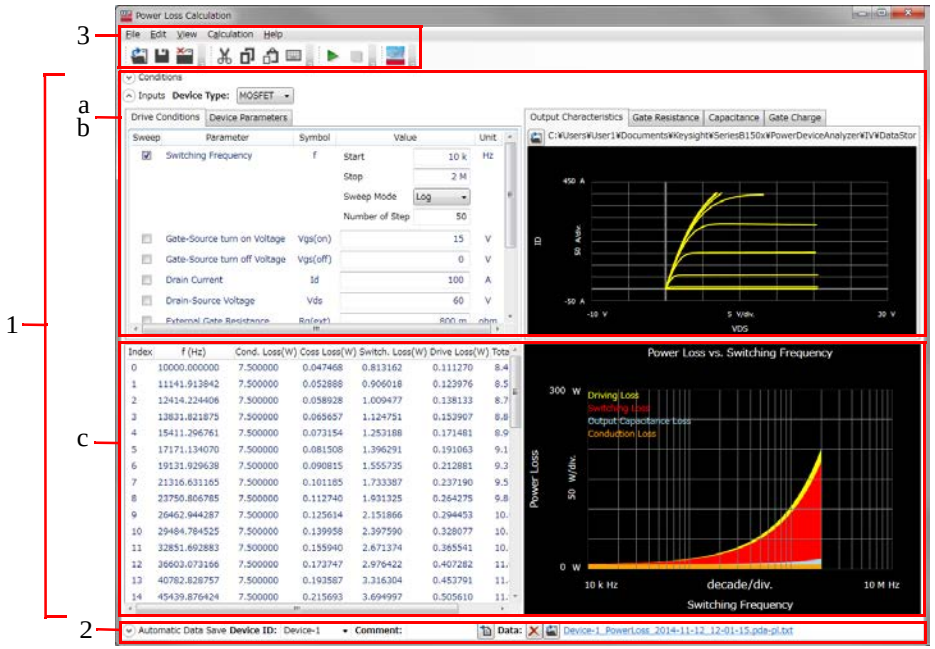
パワーロス計算ソフトウェアは、以下を提供します。

- 以下のモードでのスイッチング・デバイスのパワーロスの計算：
  - ハード・スイッチング・モード
  - ソフト・スイッチング・モード
- 以下のデバイス特性パラメータの入力：
  - ゲート抵抗
  - オン抵抗
  - ゲートチャージ
  - ゲート・スイッチング電荷
  - 関連する等価出力キャパシタンス・エネルギー
  - 関連する等価出力キャパシタンス時間
  - 以下を使用して、関連する測定データからのパラメータ入力を支援：
    - ソース測定データの表示
- 条件パラメータ入力の切り替え
  - 1 つのパラメータのパラメータ掃引のサポート
- 以下のパワーロスの計算結果：
  - 全パワーロス
  - 伝導パワーロス
  - ドライブ・パワーロス
  - スイッチング・パワーロス（誘導性負荷）
  - オプションのパラメータ掃引の損失コンポーネントのグラフ表示

GUI 概要

パワーロス計算ソフトウェアの GUI（グラフィック・ユーザ・インタフェース）は以下の領域で構成されています。

Figure 4-32 **パワーロス計算ソフトウェアの GUI**



1. ワークエリア (p. 4-135 を参照)

   計算セットアップの設定と計算データの表示の機能を提供します。ワークエリアは以下の領域から構成されています。

   a. Conditions (p. 4-135 を参照)

   b. Inputs (p. 4-136 を参照)

   c. Results (p. 4-143 を参照)

2. Automatic Data Save (p. 4-146 を参照)

   計算データ・ファイルの自動保存に関わる機能を提供します。

3. 操作ツール

   - ツールバー (p. 4-148 を参照)

使用頻度の高い機能をボタン形式で提供します。

- メイン・メニュー (p. 4-149 を参照)

  操作に必要な機能をメニュー形式で提供します。

本ソフトウェアで表示されるダイアログ・ボックスについては、「ダイアログ・ボックス (p. 4-152)」を参照してください。

本ソフトウェアで取り扱うファイルについては、「ファイルの一覧 (p. 4-153)」を参照してください。

ワークエリア

ワークエリアを用いて、計算セットアップの設定と計算データの表示を行います。ワークエリアは以下の領域から構成されています。

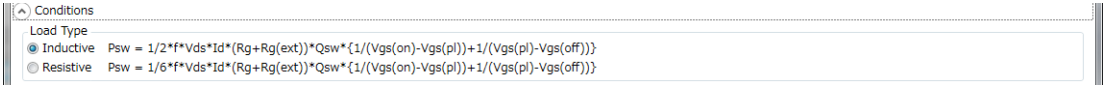
- Conditions (p. 4-135 を参照)
- Inputs (p. 4-136 を参照)
- Results (p. 4-143 を参照)

Conditions

この領域では、スイッチング・デバイスで生じる損失の計算において仮定する条件を設定します。

Conditions の行をクリックすると、本領域が表示／非表示されます。

Figure 4-33 Conditions



Load Type

損失の計算において仮定する負荷の種類を指定します。負荷の種類は以下から選択できます。

- Inductive: 誘導性の負荷
- Resistive: 抵抗性の負荷

Inputs

この領域では、DUT のデバイス・タイプと、損失計算の入力となるスイッチング・デバイスの駆動条件パラメータとデバイス特性パラメータを設定します。駆動条件パラメータとデバイス特性パラメータはタブで分けて表示されます。

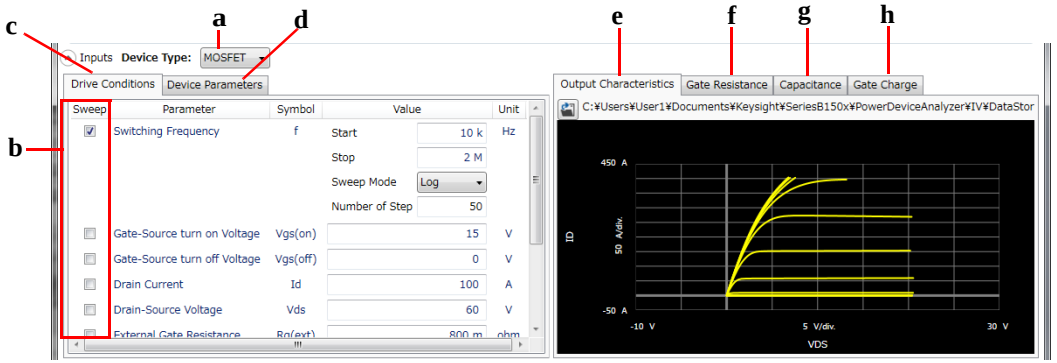
また、駆動条件パラメータとデバイス特性パラメータは、デバイスのデータシート等を参照して直接入力するほかに、既存の測定データ・ファイルを使用して入力することも可能です。この領域は、測定データ・ファイルの読み込み、読み込まれた測定データからパラメータ値の抽出、そして、読み込まれた特性データのグラフ表示の機能も備えています。以下の測定データ・ファイルが利用可能です。

- I/V 測定データ・ファイル
- キャパシタンス測定データ・ファイル
- ゲートチャージ測定データ・ファイル

それぞれはタブで分けて表示されます。

Inputs の行をクリックすると、本領域が非表示／表示されます。

Figure 4-34 Inputs



a. Device Type DUT のタイプを以下から選択します。

- MOSFET
- IGBT

b. 掃引パラメータ

計算に際しては、駆動条件パラメータおよびデバイス特性パラメータの中からチェックボックスを用いて、掃引するパラメータをひとつ選択し、掃引範囲を指定します。既定の掃引パラメータは Switching Frequency です。

選択された掃引パラメータに対しては、以下の項目を指定します。

- Start

  掃引開始値を指定します。
- Stop

  掃引終了値を指定します。
- Sweep Mode

  掃引モードを指定します。以下から選択できます。

  - Linear: リニア掃引
  - Log: ログ掃引
- Number of Step

  掃引点数を指定します。

c. Drive Conditions

駆動条件パラメータを指定します。

デバイス・タイプが MOSFET の場合：

- f: Switching Frequency

  スイッチング周波数を指定します。
- Vgs(on): Gate-source turn on Voltage

  デバイスをオン状態とするゲート - ソース間電圧を指定します。
- Vgs(off): Gate-source turn off Voltage

  デバイスをオフ状態とするゲート - ソース間電圧を指定します。
- Id: Drain Current

  オン状態のデバイスに流れるドレイン電流を指定します。
- Vds: Drain-source Voltage

  オフ状態のデバイスにかかるドレイン - ソース間電圧を指定します。
- Rg(ext): External Gate Resistance

  駆動回路に含まれる（デバイス外部の）ゲート入力抵抗を指定します。

- Irms: Effective Drain Current

  実効ドレイン電流（負荷電流の二乗平均平方根）を指定します。

  Irms は Id (Drain Current) と D (Duty Cycle) の平方根の積となります。
- D: Duty Cycle

  デューティー比を 0 から 1 の範囲で指定します。

デバイス・タイプが IGBT の場合：

- f: Switching Frequency

  スイッチング周波数を指定します。
- Vge(on): Gate-Emitter turn on Voltage

  デバイスをオン状態とするゲート - エミッタ間電圧を指定します。
- Vge(off): Gate-Emitter turn off Voltage

  デバイスをオフ状態とするゲート - エミッタ間電圧を指定します。
- Ic: Collector Current

  オン状態のデバイスに流れるコレクタ電流を指定します。
- Vce: Collector-Emitter Voltage

  オフ状態のデバイスにかかるコレクタ - エミッタ間電圧を指定します。
- Rg(ext): External Gate Resistance

  駆動回路に含まれる（デバイス外部の）ゲート入力抵抗を指定します。
- Irms: Effective Collector Current

  実効コレクタ電流（負荷電流の二乗平均平方根）を指定します。

  Irms は Ic (Collector Current) と D (Duty Cycle) の平方根の積となります。
- D: Duty Cycle

  デューティー比を 0 から 1 の範囲で指定します。

d. Device Parameters

デバイスの特性パラメータを指定します。

デバイス・タイプが MOSFET の場合：

- Qg(on): Gate Charge at on

オン状態でのゲートチャージを指定します。
Qg(on) - Qg(off) がデバイスをオンするために要するゲートチャージと見做されます。Vgs が 0 V の時の Qg を 0 C とします。

- Qg(off): Gate Charge at off

  オフ状態でのゲートチャージを指定します。
  Qg(on) – Qg(off) がデバイスをオンするために要するゲートチャージと見做されます。Vgs が 0 V の時の Qg を 0 C とします。

- Rg: Gate Resistance

  デバイスが内蔵するゲート抵抗値を指定します。

- Qsw: Gate Switching Charge (Crss)

  オフ状態からオン状態に遷移する際に、ドレイン - ソース間電圧とゲート - ソース間電圧が一致するまでに要するゲートチャージ（Mirror Charge）を指定します。

- Vgs(pl): Gate Plateau Voltage

  ゲート・プラトー電圧を指定します。

- Rds(on): On Resistance

  オン抵抗を指定します。

デバイス・タイプが IGBT の場合：

- Qg(on): Gate Charge at on

  オン状態でのゲートチャージを指定します。
  Qg(on) – Qg(off) がデバイスをオンするために要するゲートチャージと見做されます。Vgs が 0 V の時の Qg を 0 C とします。

- Qg(off): Gate Charge at off

  オフ状態でのゲートチャージを指定します。
  Qg(on) – Qg(off) がデバイスをオンするために要するゲートチャージと見做されます。Vgs が 0 V の時の Qg を 0 C とします。

- Rg: Gate Resistance

  デバイスが内蔵するゲート抵抗値を指定します。

- Qsw: Gate Switching Charge (Cres)

  オフ状態からオン状態に遷移する際に、コレクタ - エミッタ間電圧とゲート - エミッタ間電圧が一致するまでに要するゲートチャージ（Mirror Charge）を指定します。

- Vge(pl): Gate Plateau Voltage

  ゲート・プラトー電圧を指定します。

- Vce(sat): Saturation Voltage

  コレクタ - エミッタ間飽和電圧を指定します。

  Drive Condition でコレクタ電流 Ic を流した場合の飽和電圧となります。

e.Output Characteristics

I/V 測定ソフトウェアによって得られた測定データ・ファイルを指定します。ファイルを読み込むためには、左上隅にある Load Measurement Data ボタン をクリックします。ファイル選択用ダイアログ・ボックスが開き、ファイルを指定し、読み込みます。読み込まれたデータ・ファイル名はボタンの隣に表示されます。また、読み込んだ出力特性グラフが表示されます。

グラフの X 軸および Y 軸の最小値と最大値は、値をクリックして変更することができます。

デバイス・タイプが MOSFET の場合：

以下の出力特性の測定データ・ファイルが有効です。

- ID-VDS
- RDS-ID
- VDS-VGS
- RDS-VGS

I/V 測定データ・ファイルの出力特性データ、および Drive Conditions の Vgs(on) パラメータの値から、以下のパラメータを抽出します。

- Device Parameters
  - Rds(on): On Resistance

デバイス・タイプが IGBT の場合：

以下の出力特性の測定データ・ファイルが有効です。

- IC-VCE
- VCE(sat)
- VCE-VGE

I/V 測定データ・ファイルの出力特性データ、および Drive Conditions の Vge(on) パラメータの値から、以下のパラメータを抽出します。

- Device Parameters
  - Vce(sat): Saturation Voltage

f.Gate Resistance

キャパシタンス測定ソフトウェアによって得られた Rg 特性の測定データ・ファイルを指定します。ファイルを読み込むためには、Load Measurement Data ボタン をクリックします。ファイル選択用ダイアログ・ボックスが開き、ファイルを指定し、読み込みます。読み込まれたデータ・ファイル名はボタンの隣に表示されます。また、読み込んだ Rg 特性グラフが表示されます。

グラフの X 軸および Y 軸の最小値と最大値は、値をクリックして変更することができます。

デバイス・タイプが MOSFET の場合：

キャパシタンス測定データ・ファイルの Rg 特性データ、および Drive Conditions の Vgs(off) パラメータの値から、以下のパラメータを抽出します。

- Device Parameters
  - Rg: Gate Resistance

デバイス・タイプが IGBT の場合：

キャパシタンス測定データ・ファイルの Rg 特性データ、および Drive Conditions の Vge(off) パラメータの値から、以下のパラメータを抽出します。

- Device Parameters
  - Rg: Gate Resistance

g. Capacitance

キャパシタンス測定ソフトウェアによって得られた測定データ・ファイルを指定します。ファイルを読み込むためには、Load Measurement Data ボタン をクリックします。ファイル選択用ダイアログ・ボックスが開き、ファイルを指定し、読み込みます。読み込まれたデータ・ファイル名はボタンの隣に表示されます。また、読み込んだ特性グラフが表示されます。

グラフの X 軸および Y 軸の最小値と最大値は、値をクリックして変更することができます。

デバイス・タイプが MOSFET の場合：

以下の特性の測定データ・ファイルが有効です。

- Ciss, Coss, Crss（もしくは Coss または Crss）

キャパシタンス測定データ・ファイルの Coss 特性データは、出力容量損失の算出に用いられます。

キャパシタンス測定データ・ファイルの Crss 特性データ、および Drive Conditions の Vgs(off) パラメータと Vds(off) パラメータの値から、以下のパラメータを抽出します。

- Device Parameters
  - Qsw: Gate Switching Charge

    0 V から Vds(off)-Vgs(off) まで Crss を充電した際の電荷を Qsw とします。

デバイス・タイプが IGBT の場合：

以下の特性の測定データ・ファイルが有効です。

- Cies, Coes, Cres（もしくは Coes または Cres）

キャパシタンス測定データ・ファイルの Coes 特性データは、出力容量損失の算出に用いられます。

キャパシタンス測定データ・ファイルの Cres 特性データ、および Drive Conditions の Vge(off) パラメータと Vce(off) パラメータの値から、以下のパラメータを抽出します。

- Device Parameters
  - Qsw: Gate Switching Charge

    0 V から Vce(off)-Vge(off) まで Cres を充電した際の電荷を Qsw とします。

h. Gate Charge

ゲートチャージ測定ソフトウェアによって得られた測定データ・ファイルを指定します。ファイルを読み込むためには、Load Measurement Data ボタン をクリックします。ファイル選択用ダイアログ・ボックスが開き、ファイルを指定し、読み込みます。読み込まれたデータ・ファイル名はボタンの隣に表示されます。また、読み込んだ特性グラフが表示されます。

グラフの X 軸および Y 軸の最小値と最大値は、値をクリックして変更することができます。

ゲートチャージ測定データ・ファイルの特性データから、以下のパラメータを抽出します。

デバイス・タイプが MOSFET の場合：

- Drive Conditions

  - Vgs(on): Gate-source turn on Voltage
  - Vgs(off): Gate-source turn off Voltage
  - Id: Drain Current
  - Vds: Drain-source Voltage
- Device Parameters
  - Qg(on): Gate Charge at on
  - Qg(off): Gate Charge at off
  - Qsw: Gate Switching Charge (Crss)
  - Vgs(pl): Gate Plateau Voltage

デバイス・タイプが IGBT の場合：

- Drive Conditions
  - Vge(on): Gate-Emitter turn on Voltage
  - Vge(off): Gate-Emitter turn off Voltage
  - Ic: Collector Current
  - Vce: Collector-Emitter Voltage
- Device Parameters
  - Qg(on): Gate Charge at on
  - Qg(off): Gate Charge at off
  - Qsw: Gate Switching Charge (Cres)
  - Vge(pl): Gate Plateau Voltage

Results

この領域には、Inputs で設定した計算条件に沿って算出された損失データがリストとトレンド・チャートの両形式で表示されます。

Figure 4-35 Results



a. リスト

パラメータ掃引の結果を以下の項目について数値リストの形式で表示します。

- Index

  掃引ステップのインデックスを示します。

- 掃引パラメータ

  Inputs で指定した掃引パラメータの値を示します。

- Conduction Loss

  導通損失の計算結果を示します。
  導通損失は下式を用いて算出されます。

  デバイス・タイプが MOSFET の場合：

  $$Rds(on) \times Irms^2$$

  デバイス・タイプが IGBT の場合：

  $$\frac{Vce(sat)}{Ic} \times Irms^2$$

- Coss (or Coes) Loss

  出力容量損失の計算結果を示します。
  出力容量損失は下式を用いて算出されます。

  デバイス・タイプが MOSFET の場合：

  $$f \times \int_a^b (Coss \times V \cdot dv)$$

  $$a = Rds(on) \times Id(on)$$
  $$b = Vds$$

デバイス・タイプが IGBT の場合：

$$f \times \int_{a}^{b} (Coes \times V \cdot dV)$$
$$a = Vce(sat)$$
$$b = Vce$$

- Switching Loss

  スイッチング損失の計算結果を示します。
  スイッチング損失は下式を用いて算出されます。

  Conditions で指定した Load Type が Inductive の場合 (MOSFET)：

  $$\frac{1}{2} \times f \times Vds \times Id \times \{Rg + Rg(ext)\} \times Qsw \times \left\{ \frac{1}{Vgs(on) - Vgs(pl)} + \frac{1}{Vgs(pl) - Vgs(off)} \right\}$$

  Load Type が Resistive の場合 (MOSFET)：

  $$\frac{1}{6} \times f \times Vds \times Id \times \{Rg + Rg(ext)\} \times Qsw \times \left\{ \frac{1}{Vgs(on) - Vgs(pl)} + \frac{1}{Vgs(pl) - Vgs(off)} \right\}$$

  Conditions で指定した Load Type が Inductive の場合 (IGBT)：

  $$\frac{1}{2} \times f \times Vce \times Ic \times \{Rg + Rg(ext)\} \times Qsw \times \left\{ \frac{1}{Vge(on) - Vge(pl)} + \frac{1}{Vge(pl) - Vge(off)} \right\}$$

  Load Type が Resistive の場合 (IGBT)：

  $$\frac{1}{6} \times f \times Vce \times Ic \times \{Rg + Rg(ext)\} \times Qsw \times \left\{ \frac{1}{Vge(on) - Vge(pl)} + \frac{1}{Vge(pl) - Vge(off)} \right\}$$

- Driving Loss

  駆動損失の計算結果を示します。
  駆動損失は下式を用いて算出されます。

  デバイス・タイプが MOSFET の場合：

  $$f \times \{|Qg(on)| \times Vgs(on) - |Qg(off)| \times Vgs(off)\}$$

  デバイス・タイプが IGBT の場合：

  $$f \times \{|Qg(on)| \times Vge(on) - |Qg(off)| \times Vge(off)\}$$

- Total Loss

  導通損失、出力容量損失、スイッチング損失、および駆動損失の総和を示します。

b. トレンド・チャート

掃引パラメータを X 軸に取り、導通損失（Conduction Loss）、出力容量損失（Output Capacitance Loss）、スイッチング損失（Switching Loss）、駆動損失（Driving Loss）を順に積み上げたトレンド・チャートを表示します。

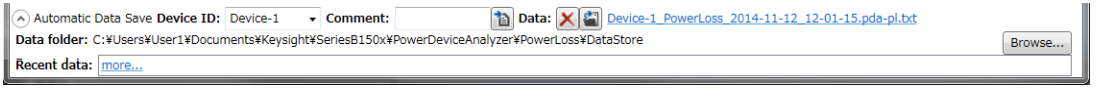
グラフの X 軸および Y 軸の最小値と最大値は、値をクリックして変更することができます。

Automatic Data Save

この領域では、セットアップ・データおよび計算データの自動保存の設定を行います。これらのデータは、計算処理が終了すると、指定されたフォルダ内の計算データ・ファイルに自動的に保存されます。

Automatic Data Save の行をクリックすると、下記の Data folder および Recent data フィールドを表示／非表示することができます。

Figure 4-36 Automatic Data Save



Device ID

測定サンプル（DUT）のデバイス ID を文字列として入力します。最近入力された 10 件までのデバイス ID は履歴として保持され、この履歴リストからデバイス ID を選択することもできます。

入力されたデバイス ID は、測定完了時に自動的に計算データ・ファイルに記録されます。

最新の計算データ・ファイルに対しては、記録されているデバイス ID を計算処理完了後に変更することもできます。変更するには、Device ID フィールドでデバイス ID を変更して、適用ボタン をクリックします。

Comment

コメントを文字列として入力します。

入力されたコメントは、計算処理完了時に自動的に計算データ・ファイルに記録されます。

最新の計算データ・ファイルに対しては、記録されているコメントを計算処理完了後に変更することもできます。変更するには、Comment フィールドでコメントを変更して、適用ボタン をクリックします。

Data

自動保存された最新の計算データ・ファイル名もしくは最後に開いた計算データ・ファイル名が表示されます。以下の操作を行うことができます。

- オープン・ボタン  をクリックすると、その計算データ・ファイルが読み込まれます。
- フォルダ名をクリックすると、その計算データ・ファイルの名前を変更することができます。
- 削除ボタン  をクリックすると、その計算データ・ファイルを削除することができます。

Data folder 計算データ・ファイルの自動保存先フォルダのパスを絶対パス形式で表示します。保存先フォルダを変更するには、Browse ボタンをクリックします。フォルダ選択用ダイアログ・ボックスが表示され、選択したフォルダが自動保存先フォルダに設定されます。

既定のデータ・フォルダについては「ファイルの一覧 (p. 4-153)」を参照してください。

Recent data 最近自動保存された 10 件までの計算データ・ファイルをハイパーリンク形式で表示します。ハイパーリンクをクリックすると編集中の内容を破棄してファイルを開きます。

自動保存された計算データ・ファイルが 10 件を超える場合、自動保存先フォルダ内のファイルへアクセスするためのハイパーリンク ”more...” を表示します。このハイパーリンクをクリックすると、Open Data File ダイアログ・ボックスが表示され、ここで選択された計算データ・ファイルを開くことができます。

ツールバー

Figure 4-37 ツールバー



ツールバーは 4 つのツールボタン・グループから構成されています。以下に各グループのツールボタンを記します。

File ツールボタン・グループ

Open	Open File ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定して計算データ・ファイルを開きます。ファイルを開くと、現在編集中のデータはクリアされます。
Save	現在編集中のデータを同じファイル名で保存します。
Exit	パワーロス計算ソフトウェアを終了します。保存されていない編集内容は破棄されます。

Edit ツールボタン・グループ

Cut	選択されたテキストをクリップボードに切り取ります。
Copy	選択されたテキストをクリップボードにコピーします。
Paste	クリップボードの内容をテキスト入力に貼り付けます。
On-screen keyboard	スクリーン・キーボードを起動します。

Calculation ツールボタン・グループ

Start Calculation	計算を開始します。 実行中の計算を停止するには、Stop Measurement ボタン をクリックします。Measurement > Stop メニュー、もしくはフロント・パネル上の Stop キーを用いて測定を停止することも可能です。

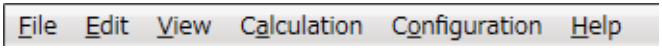
Stop Calculation 実行中の計算を停止します。

View ツールボタン・グループ

Go to Palette ソフトウェア・パレットを全面に表示します。

メイン・メニュー

Figure 4-38 メイン・メニュー



以下にメイン・メニューの機能を説明します。

File メニュー セットアップ・ファイルおよび計算データ・ファイルの操作メニューを表示します。File メニューは以下のメニュー項目からなります。ファイルのタイプと拡張子については「ファイルの一覧 (p. 4-106)」を参照してください。

New 初期状態から始めるために、現在のセットアップの内容をクリアします。

Open... Open File ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定して計算データ・ファイルを開きます。ファイルを開くと、現在編集中のデータはクリアされます。

Save 現在編集中のデータを同じファイル名で保存します。

Save Setup As... Save Setup File ダイアログ・ボックスを開きます。現在のセットアップ・データを指定されたファイル名でセットアップ・ファイルに保存します。

Save Data As... Save Data File ダイアログ・ボックスを開きます。現在のセットアップ・データおよび計算データを指定されたファイル名で計算データ・ファイルに保存します。

Change Device ID... 計算データ・ファイルに記録されているデバイス ID を変更します。

Change Device ID ダイアログ・ボックスを表示して、選択された計算データ・ファイルに記録されているデバイス ID を一括して変更します。「Change Device ID ダイアログ・ボックス (p. 4-104)」を参照してください。

Recent Setup Files
最大 10 件までの最近利用したセットアップ・ファイルの一覧をメニュー項目として表示します。最近利用したセットアップ・ファイルを簡単に開くことができます。

Exit キャパシタンス測定ソフトウェアを終了します。保存されていない編集内容は破棄されます。

Edit メニュー 設定編集用メニューを表示します。Edit メニューは以下のメニュー項目からなります。

Cut 選択されたテキストをクリップボードに切り取ります。

Copy 選択されたテキストをクリップボードにコピーします。

Paste クリップボードの内容をテキスト入力に貼り付けます。

On-screen keyboard... スクリーン・キーボードを起動します。

View メニュー 表示設定用メニューを表示します。View メニューは以下のメニュー項目からなります。

Go to Palette ソフトウェア・パレットを全面に表示します。

Main Window メイン・ウィンドウの表示に関する設定を行います。Main Window メニューは以下のメニュー項目からなります。

Fullscreen チェック付きメニュー項目です。フルスクリーン表示／通常ウィンドウ表示の切り替えを行います。

チェックをオンするとタイトルバー無しのウィンドウ・スタイルでのフルスクリーン表示となります。

チェックをオフするとタイトルバー付きの通常ウィンドウ・スタイルでの表示となります。

既定ではチェックはオンされています。

Color Settings... 各種色設定を行う Color Setting ダイアログ・ボックスを開きます。「Color Setting ダイアログ・ボックス (p. 4-104)」を参照してください。

Calculation メニュー

計算操作用メニューを表示します。Calculation メニューは以下のメニュー項目からなります。

Start
計算を開始します。

実行中の計算を停止するには、Calculation > Stop メニューを選択します。ツールバーの Stop Calculation ボタン、もしくはフロント・パネル上の Stop キーを用いて計算を停止することも可能です。

Stop
実行中の計算を停止します。

Help メニュー

Help メニューは以下のメニュー項目からなります。

About...
アバウト・ボックスを開きます。「アバウト・ボックス (p. 4-106)」を参照してください。

ダイアログ・ボックス

Change Device ID ダイアログ・ボックス

Change Device ID ダイアログ・ボックスは、選択された計算データ・ファイルに記録されているデバイス ID を一括して変更します。

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー File > Change Device ID... から開かれます。

Device ID フィールド 新しいデバイス ID を入力します。履歴から選択することもできます。

Add... ボタン ファイル選択用ダイアログ・ボックスを表示して、変更対象となる計算データ・ファイルを選択します。選択されたファイルはダイアログ・ボックス上の変更対象ファイル一覧に追加されます。（複数選択も可）

Remove ボタン 変更対象ファイル一覧から選んだ計算データ・ファイルを変更対象から除外します。

Execute ボタン デバイス ID の変更を実行します。

Close ボタン 本ダイアログ・ボックスを終了します。

Color Setting ダイアログ・ボックス

Color Setting ダイアログ・ボックスは、以下にリストされる項目の色設定を行います。設定内容はユーザ設定として保存されます。

- Graph Background（グラフの背景色）
- Graph Axis（グラフの軸の色）
- Graph Grid（グラフのグリッドの色）
- Graph Text（グラフのテキストの色）
- Trend（トレンド・チャートのトレンドの表示色）
  - Driving Loss（駆動損失分の表示色）
  - Output Capacitance Loss（出力容量損失の表示色）
  - Switching Loss（スイッチング損失分の表示色）
  - Conduction Loss（導通損失分の表示色）
- Trace（読み込まれた測定データ・グラフのトレースの色）

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー View > Color Settings... から開かれます。

各項目右側のカラー・パターンをクリックすると色の選択に使用されるダイアログ・ボックスが開きます。

Apply ボタン 現在の設定を適用します。

Reset ボタン 初期設定に戻します。

OK ボタン 現在の設定を適用し、ダイアログ・ボックスを閉じます。

Cancel ボタン 現在の設定を適用しないで、ダイアログ・ボックスを閉じます。

アバウト・ボックス

アバウト・ボックスはモデル番号、ソフトウェアのレビジョン情報、ソフトウェア更新用のダウンロード URL 等を表示します。

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー Help > About... から開かれます。

ファイルの一覧

以下の表は、本ソフトウェア上で扱われるファイルの一覧を示します。

Table 4-21 ファイル一覧

ファイル・タイプ	説明	拡張子	既定保存フォルダ
セットアップ・ファイル	セットアップ・データが含まれます。 File メニューを用いて、任意のタイミングで保存できます。	*.pda-pl	（任意）
計算データ・ファイル	セットアップ・データおよび計算データが含まれます。デバイス ID およびコメントも含みます。 計算処理が終了すると、指定されたフォルダに自動的に保存されます。また、File メニューを用いて、任意のタイミングで保存することもできます。	*.pda-pl.txt	C:\Users\<user name>\Documents\Keysight\SeriesB150x\PowerDeviceAnalyzer\PowerLoss\DataStore（変更可能）

自動保存時の計算データ・ファイル名

自動保存される計算データ・ファイルの名前は以下のようになります。

<DeviceID>_<TIME>.pda-pl.txt

<DeviceID>: デバイス ID

<TIME>: 保存時の時間

例：Device-1_2014-10-30_18-56-55.pda-pl.txt

また、以下の規則に従ってファイル名が決定されます。

1. <TIME> は、年、月、日、時、分、秒を含む文字列となります。その表現は、Windows の時間表現設定に依存します。また、ファイル名に使用できない文字は、アンダースコアで置換されます。

   例 1: 2014-10-30_18-56-55
   例 2: 30-10-2014_6-56-55_PM

2. ファイル名が既存のファイル名と重複する場合、拡張子の前に括弧 () で閉じられた 2 以上の通し番号が付けられます。

   例：
   Device-1_2014-10-30_18-56-55(3).pda-pl.txt

温度モニタ／コントロール ソフトウェア

温度モニタ／コントロール ソフトウェアは、以下を提供します。

- 温度計表示
- 測定トリガを使用した温度プロファイル
- inTEST 社製 ThermoStream の制御

温度モニタ／コントロール ソフトウェアの GUI にはモニタ・モードとコントロール・モードの 2 つの表示モードがあります。起動直後の表示モードはコントロール・モードです。

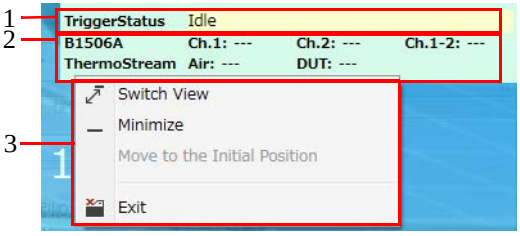
以下では 2 つの表示モードでの GUI の構成を説明します。

モニタ・モード GUI

モニタ・モードでの GUI は、他の測定ソフトウェアと併せて表示できるように、スクリーンの右上隅に枠なしパネル形式で、常に最前面に表示されます。パネルをドラッグして移動させることが可能です。

モニタ・モードでの GUI は以下の要素で構成されます。

Figure 4-39 **温度モニタ／コントロール ソフトウェア（モニタ・モード）の GUI**



1. トリガ・ステータス (p. 4-156 を参照)

   待機中の DUT 特性測定実施の温度条件と、制御中の温度目標を表示します。

2. 温度計表示 (p. 4-156 を参照)

   各部温度計の読み値を表示します。

3. コンテキスト・メニュー (p. 4-157 を参照)

操作に必要な機能をメニュー形式で提供します。

トリガ・ステータス

待機中の DUT 特性測定実施の温度条件と、制御中の温度目標の表示を行います。測定の待機／温度制御を行っていない場合は ”Idle” と表示されます。

- DUT 特性測定が温度条件の成立を待っている場合には、現在待機中の温度条件を表示します。
- ThremoStream の温度制御中には、その目標温度と温度観測点の情報を表示します。

測定の温度条件と ThermoStream の制御については「Thermo-Trigger (p. 4-162)」を参照してください。

温度計表示

以下の温度計の読み値を表示します。無効になっている温度計については無効値を表示します。

B1506A テスト・フィクスチャに接続された熱電対で測定された DUT 周辺の温度を表示します。

- Ch.1

  熱電対用端子 1 に接続された熱電対で測定された温度を表示します。

- Ch.2

  熱電対用端子 2 に接続された熱電対で測定された温度を表示します。

- Ch.1 – 2

  上記の Channel 1 の温度と Channel 2 の温度の差を表示します。

ThermoStream ThermoStream の温度計の読み値を表示します。

- Air

  噴出エアー温度を表示します。

- DUT

  DUT 温度計の読み値を表示します。

コンテキスト・メニュー

モニタ・モードのパネル上でマウスを右クリックすると、以下のコンテキスト・メニューが表示されます。

Switch View 表示モードをコントロール・モードへ切り替えます。パネル上でダブル・クリックしても、コントロール・モードへ切り替えることができます。

Minimize パネルを最小化します。

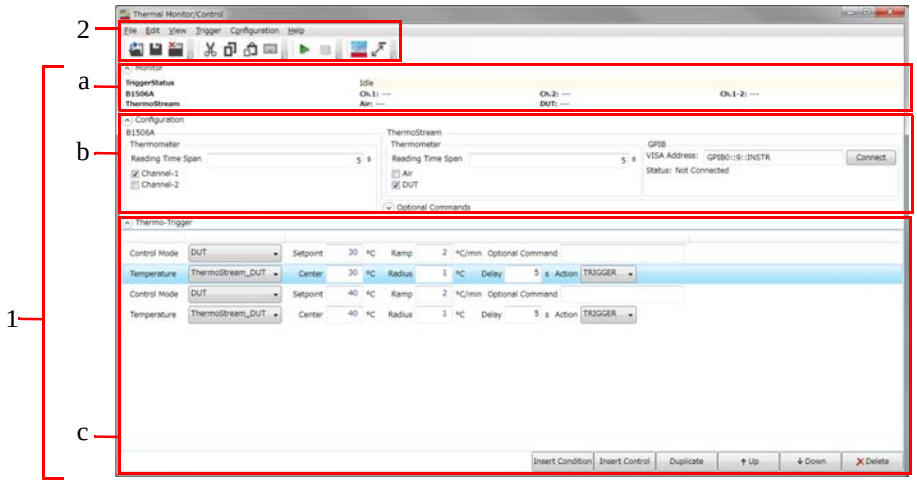
Move to the Initial Position パネルの表示位置を初期位置へ戻します。

Exit パネルを閉じて、温度モニタ／コントロール ソフトウェアを終了します。

コントロール・モード GUI

コントロール・モードでの GUI は以下の要素で構成されます。

Figure 4-40 **温度モニタ／コントロール ソフトウェア（コントロール・モード）の GUI**



1. ワークエリア (p. 4-159 を参照)

   モニタ・モードでの表示内容に加えて、温度計の設定、ThermoStream の設定、温度トリガ・リストの作成の機能を提供します。ワークエリアは以下の領域から構成されています。

   a. Monitor (p. 4-159 を参照)

   b. Configuration (p. 4-160 を参照)

   c. Thermo-Trigger (p. 4-162 を参照)

2. 操作ツール

   - ツールバー (p. 4-166 を参照)

     使用頻度の高い機能をボタン形式で提供します。

   - メイン・メニュー (p. 4-167 を参照)

     操作に必要な機能をメニュー形式で提供します。

本ソフトウェアで表示されるダイアログ・ボックスについては、「ダイアログ・ボックス (p. 4-172)」を参照してください。

本ソフトウェアで取り扱うファイルについては、「ファイルの一覧 (p. 4-173)」を参照してください。

ワークエリア

ワークエリアを用いて、温度モニタ／制御に関する設定と温度トリガ・リストの作成を行います。ワークエリアは以下の領域から構成されています。

- Monitor (p. 4-159 を参照)
- Configuration (p. 4-160 を参照)
- Thermo-Trigger (p. 4-162 を参照)

Monitor

この領域には、モニタ・モードでの表示内容と共通の以下の項目を表示します。

Monitor の行をクリックすると、以下のフィールドを非表示／表示することができます。

Figure 4-41 Monitor



Trigger Status

待機中の DUT 特性測定実施の温度条件と、制御中の温度目標の表示を行います。測定の待機／温度制御を行っていない場合は ”Idle” と表示されます。

- DUT 特性測定が温度条件の成立を待っている場合には、現在待機中の温度条件を表示します。
- ThremoStream の温度制御中には、その目標温度と温度観測点の情報を表示します。

測定の温度条件と ThermoStream の制御については「Thermo-Trigger (p. 4-162)」を参照してください。

B1506A

テスト・フィクスチャに接続された熱電対で測定された DUT 周辺の温度を表示します。

- Ch.1

  熱電対用端子 1 に接続された熱電対で測定された温度を表示します。

- Ch.2

熱電対用端子 2 に接続された熱電対で測定された温度を表示します。

- Ch.1 – 2

  上記の Channel 1 の温度と Channel 2 の温度の差を表示します。

ThermoStream ThermoStream の温度計の読み値を表示します。

- Air

  噴出エアー温度を表示します。

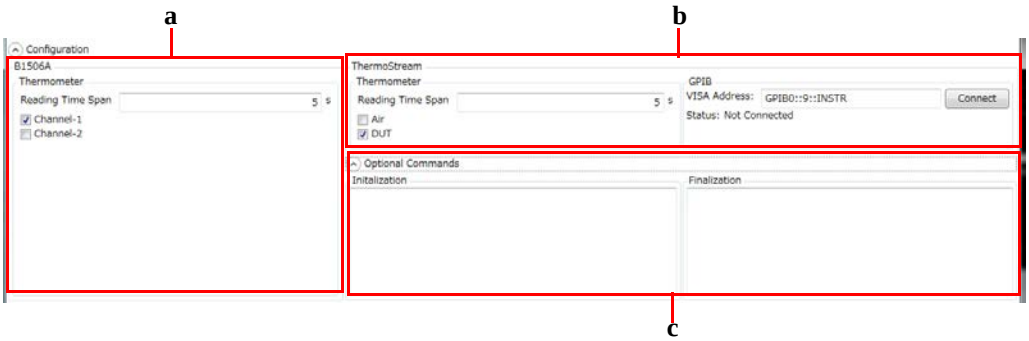
- DUT

  DUT 温度計の読み値を表示します。

Configuration この領域では、B1506A の温度計と、ThermoStream の温度計と制御のための設定を行います。

Configuration の行をクリックすると、以下のフィールドを非表示／表示することができます。

Figure 4-42 Configuration



a. B1506A Thermometer

B1506A の温度計に関する以下の項目の設定を行います。

Reading Time Span 温度の読み出し時間間隔を指定します。
1 s 刻みで 2 s から3600 s の範囲で指定できます。既定値は 5 s です。
測定ソフトウェアによる測定の実行中、読み出しは遅延されます。

Channel 1 チェックボックス
テスト・フィクスチャの熱電対用端子 1 に接続された熱電対を有効（オン）／無効（オフ）にします。

Channel 2 チェックボックス
テスト・フィクスチャの熱電対用端子 2 に接続された熱電対を有効（オン）／無効（オフ）にします。

b. ThermoStream

ThermoStream に関する以下の項目の設定を行います。

Thermometer ThermoStream の温度計の設定を行います。

- Reading Time Span

  温度の読み出し時間間隔を指定します。
  1 s 刻みで 2 s から3600 s の範囲で指定できます。
  既定値は 5 s です。

- Air チェックボックス

  エア噴出し口温度計を有効（オン）／無効（オフ）にします。

- DUT チェックボックス

  DUT 温度計を有効（オン）／無効（オフ）にします。

GPIB ThermoStream との GPIB 接続を設定します。

NOTE ThermoStreamをB1506AからGPIB制御する際には、B1506AをGPIBのシステム・コントローラに設定する必要があります。

- VISA Address

  ThermoStream の VISA アドレス文字列を指定します。

  既定値は ”GPIB0::9::INSTR” です。

- Connect/Disconnect ボタン

  指定された VISA Address での接続を試行、または接続を解除します。

- Connection Status

接続の試行結果を示します。

- Connected

  接続の確認が取れたことを示します。

- Disconnected

  接続の確認が取れなかったか、もしくは接続を解除したことを示します。

c. Optional Commands

温度トリガ・リストの実行時に追加で送る ThermoStream コマンド文字列を指定できます。ThermoStream コマンドについては、InTest 社の ThermoStream 関連マニュアルを参照してください。

Optional Commands の行をクリックすると、このフィールドを表示／非表示することができます。

- Initialization

  温度トリガ・リストの実行開始時、最初に一度だけ送るコマンド文字列を指定します。

  複数のコマンド文字列をリスト形式で指定できます。

- Finalization

  温度トリガ・リストの実行終了時、最後に一度だけ送るコマンド文字列を指定します。

  複数のコマンド文字列をリスト形式で指定できます。

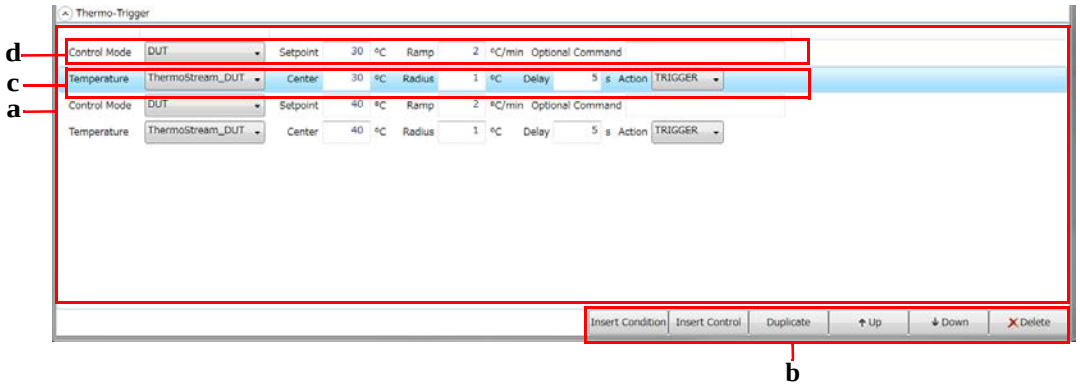
Thermo-Trigger

この領域では、温度トリガ・リストの作成を行います。

リスト領域下にある編集用ボタンを用いて、温度条件ステップと温度制御ステップを挿入し、各ステップに適切な値を設定し、リストを作成します。

Thermo-Trigger の行をクリックすると、以下のフィールドを非表示／表示することができます。

Figure 4-43　　Thermo-Trigger



a. 温度トリガ・リスト

温度トリガ・リストは、温度条件ステップと温度制御ステップからなるシーケンスです。

温度トリガ・リストを実行すると、リストの先頭から、最終行まで順番にステップを実行します。ThermoStream が接続されていない場合、温度制御ステップはスキップされます。

温度トリガ・リストを実行中、DUT 特性測定は温度条件の成立を待機し、条件が成立してから実行されます。

温度トリガ・リストには最大 100 ステップを含めることができます。

以下の編集用ボタンを使って、温度トリガ・リストを作成します。

b. 編集用ボタン

- Insert Condition

  選択ステップの位置に新たな温度条件ステップを挿入します。

  リストが空の場合、新たな温度条件ステップを追加します。

- Insert Control

  選択ステップの位置に新たな温度制御ステップを挿入します。

  リストが空の場合、新たな温度制御ステップを追加します。

- Duplicate

  選択ステップの複製を選択ステップの位置に挿入します。

- Up

選択ステップを 1 ステップ先頭側へ移動します。

- Down

  選択ステップを 1 ステップ末尾側へ移動します。

- Delete

  選択ステップを削除します。

c. 温度条件ステップのパラメータ

温度条件ステップは、指定された温度計の読み値を指定温度範囲と比較し、もし指定範囲内に入った場合に DUT 特性測定などの動作を実施します。

温度条件（使用温度計と温度範囲）と温度条件成立時の動作を指定します。1 つのステップに 1 つの温度条件と 1 つの動作を指定します。

Temperature 条件判定に使用する温度を以下の選択肢から指定します。

- Channel1

  テスト・フィクスチャの熱電対用端子 1 に接続された熱電対で測定された DUT 周辺の温度。

- Channel2

  テスト・フィクスチャの熱電対用端子 2 に接続された熱電対で測定された DUT 周辺の温度。

- Channel1_2

  上記の Channel 1 の温度と Channel 2 の温度の差。

- ThermoStream_Air

  ThermoStream の噴出エアー温度。

- ThermoStream_DUT

  ThermoStream に装備されている DUT 温度計の読み値。

Center 条件温度範囲の中心値を指定します。

Radius 条件温度の許容範囲を指定します。例えば、Center が 30°C で Radius が 2°C とした場合、条件温度範囲は、28°C から 32°C となります。

Delay 温度条件が成立してから Action で指定した動作を実行するまでの遅延時間を指定します。

Action 温度条件成立後、Delay で指定した遅延後に実行する動作を以下の選択肢から指定します。

- TRIGGER

  DUT 特性測定の開始トリガーを発行します。

- NOP

  何も行わずに次のステップへ進みます。

  1 つの DUT 特性測定に複数の温度条件を設定する場合に有用です。

- END

  温度トリガ・リストの実行を終了します。

d. 温度制御ステップのパラメータ

NOTE これは、ThermoStream の温度制御用の設定です。温度プレートを使用して温度制御をする場合には、設定する必要はありません。

温度制御ステップは、指定した観測点の温度が指定した目標温度になるように ThermoStream を制御します。

温度トリガ・リスト上で温度制御ステップの前に温度条件ステップがある場合、温度条件ステップから実行された DUT 特性測定の終了を待って、温度制御ステップは実行されます。

観測点（制御モード）と目標温度を指定します。

Control Mode 温度制御のモードを選択します。

- Air

  噴出し口でのエアー温度を制御します。

- DUT

  DUT の温度を制御します。

Setpoint 設定温度を指定します。

Ramp 温度の時間変化率を指定します。

Optional Command ThermoStream の制御ステップ実行時に追加で送る ThermoStream コマンド文字列を指定できます。ThermoStream コマンドについては、InTest 社の ThermoStream 関連マニュアルを参照してください。

複数のコマンド文字列をリスト形式で指定できます。

ツールバー

Figure 4-44 **ツールバー**



ツールバーは 4 つのツールボタン・グループから構成されています。以下に各グループのツールボタンを記します。

File ツールボタン・グループ

Open	Open File ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定してセットアップ・ファイルを開きます。ファイルを開くと、現在編集中のデータはクリアされます。
Save	現在編集中のデータを同じファイル名で保存します。
Exit	温度モニタ／コントロール ソフトウェアを終了します。保存されていない編集内容は破棄されます。

Edit ツールボタン・グループ

Cut	選択されたテキストをクリップボードに切り取ります。
Copy	選択されたテキストをクリップボードにコピーします。
Paste	クリップボードの内容をテキスト入力に貼り付けます。
On-screen keyboard	スクリーン・キーボードを起動します。

Trigger ツールボタン・グループ

Start 温度トリガ・リストの実行を開始します。表示モードをモニタ・モードに切り替えます。

実行を中止するには、Stop ボタン をクリックします。Trigger > Stop メニューを用いて実行を中止することも可能です。

Stop 温度トリガ・リストの実行を中止します。

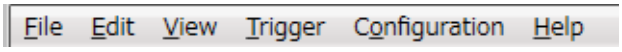
View ツールボタン・グループ

Go to Palette ソフトウェア・パレットを全面に表示します。

Switch View 表示モードをモニタ・モードに切り替えます。

メイン・メニュー

Figure 4-45 メイン・メニュー



以下にメイン・メニューの機能を説明します。

File メニュー セットアップ・ファイルの操作メニューを表示します。File メニューは以下のメニュー項目からなります。ファイルのタイプと拡張子については「ファイルの一覧 (p. 4-173)」を参照してください。

New 初期状態から始めるために、現在のセットアップの内容をクリアします。

Open... Open File ダイアログ・ボックスを開きます。ファイル名を指定してセットアップ・ファイルを開きます。ファイルを開くと、現在編集中のデータはクリアされます。

Save 現在編集中のデータを同じファイル名で保存します。

Save Setup As... Save Setup File ダイアログ・ボックスを開きます。現在のセットアップ・データを指定されたファイル名でセットアップ・ファイルに保存します。

Recent Setup Files 最大 10 件までの最近利用したセットアップ・ファイルの一覧をメニュー項目として表示します。最近利用したセットアップ・ファイルを簡単に開くことができます。

Exit 温度モニタ／コントロール ソフトウェアを終了します。保存されていない編集内容は破棄されます。

Edit メニュー 設定編集用メニューを表示します。Edit メニューは以下のメニュー項目からなります。

Cut 選択されたテキストをクリップボードに切り取ります。

Copy 選択されたテキストをクリップボードにコピーします。

Paste クリップボードの内容をテキスト入力に貼り付けます。

On-screen keyboard... スクリーン・キーボードを起動します。

View メニュー 表示設定用メニューを表示します。View メニューは以下のメニュー項目からなります。

Go to Palette ソフトウェア・パレットを全面に表示します。

Switch View 表示モードをモニタ・モードに切り替えます。

Main Window メイン・ウィンドウの表示に関する設定を行います。Main Window メニューは以下のメニュー項目からなります。

Fullscreen チェック付きメニュー項目です。フルスクリーン表示／通常ウィンドウ表示の切り替えを行います。

チェックをオンするとタイトルバー無しのウィンドウ・スタイルでのフルスクリーン表示となります。

チェックをオフするとタイトルバー付きの通常ウィンドウ・スタイルでの表示となります。

既定ではチェックはオンされています。

Trigger メニュー 温度トリガ・リスト操作用メニューを表示します。Trigger メニューは以下のメニュー項目からなります。

Start 温度トリガ・リストの実行を開始します。表示モードをモニタ・モードに切り替えます。

温度トリガ・リストは温度制御ステップと温度条件ステップからなるシーケンスです。詳細は「Thermo-Trigger (p. 4-162)」を参照してください。

一度の温度トリガ・リスト実行において、以下の測定ソフトウェアのいずれか 1 つについて、温度条件の成立に同期した測定を行うことができます。

- データシート特性測定ソフトウェア (p. 4-5 を参照)
- I/V 測定ソフトウェア (p. 4-45 を参照)
- キャパシタンス測定ソフトウェア (p. 4-78 を参照)
- ゲートチャージ測定ソフトウェア (p. 4-108 を参照)

温度トリガ・リストの実行中、測定ソフトウェアによる測定の実行開始は温度条件の成立を待機してから行われます。測定との同期については「温度条件の成立に同期した DUT 特性測定の実施手順 (p. 4-170)」を参照してください。

Stop 温度トリガ・リストのシーケンス実行を中止します。

温度条件の成立を待機中の測定ソフトウェアは、待機を中止し、測定は行いません。

Configuration メニュー ThermoStream 用パラメータ設定用メニューを表示します。Configuration メニューは以下のメニュー項目からなります。

Define ThermoStream Parameters... ThermoStream Parameters ダイアログ・ボックスを表示します。「ThermoStream Parameters ダイアログ・ボックス (p. 4-172)」を参照してください。

Help メニュー Help メニューは以下のメニュー項目からなります。

About... アバウト・ボックスを開きます。「アバウト・ボックス (p. 4-172)」を参照してください。

温度条件の成立に同期した DUT 特性測定の実施手順

一度の温度トリガ・リストの実行において、以下の測定ソフトウェアのいずれか 1 つを用いて、温度条件の成立に同期した DUT 特性測定をシーケンシャルに行うことができます。温度トリガ・リストの進行に沿って、DUT 周辺温度は制御され、その温度が目標温度範囲に達すると測定が実行されます。

- データシート特性測定ソフトウェア
- I/V 測定ソフトウェア
- キャパシタンス測定ソフトウェア
- ゲートチャージ測定ソフトウェア

温度トリガ・リストとの同期測定の準備を以下のように行います。

- 測定ソフトウェア上で：
  測定条件等の設定を実施し、平温時の測定が正常に実施されることを確認します。完成したセットアップ・データをセットアップ・データ・ファイルもしくは測定データ・ファイルに保存しておきます。
- 温度モニタ／コントロール ソフトウェア上で：
  コントロール・モードにて温度条件および ThermoStream の制御設定を行い、温度トリガ・リストを作成します。完成したデータをセットアップ・ファイルに保存しておきます。

準備が整ったら、以下の手順で温度条件の成立に同期した DUT 特性測定を実施します。

1. 温度モニタ／コントロール ソフトウェアを立ち上げます。
2. コントロール・モードに切り替えます。
3. 温度モニタ／コントロール ソフトウェア上で、準備したセットアップ・ファイルを開きます。
4. 測定ソフトウェアを立ち上げます。
5. 測定ソフトウェア上で、準備したセットアップ・ファイルもしくは測定データ・ファイルを開きます。
6. 温度モニタ／コントロール ソフトウェア上で、Start ツール・ボタンをクリックします（または、Trigger > Start メニューを選択します）。温度トリガ・リストが実行されます。

7. 測定ソフトウェア上で、Start ツール・ボタンをクリックします（または、Measurement > Start メニューを選択します）。
この時点では実際には測定は開始されず、温度条件の成立を待機している状態になります。温度トリガ・リストの進行に沿って、DUT 周辺温度は制御され、その温度が目標温度範囲に達すると測定が実行されます。

温度プレートを使用して、温度コントローラで熱源を手動制御する場合にも上記と類似した操作で、温度条件のごとの DUT 特性測定をシーケンシャルに行うことができます。異なる点は、以下の通りです。

- 温度モニタ／コントロール ソフトウェア上での準備：
設定は温度条件のみになります。また、準備する温度トリガ・リストには温度制御ステップは含まれず、温度条件ステップのみのリストになります。
- 温度モニタ／コントロール ソフトウェアのモニタ・モードのパネルで現在の温度と待機中の温度条件を確認しながら、手動で温度制御を行います。
温度条件が成立した時点で測定が実施されます。測定の終了を待ち、Measurement インジケータの消灯を確認して、次の測定用の条件温度になるよう温度を制御します。

ダイアログ・ボックス

ThermoStream Parameters ダイアログ・ボックス

ThermoStream Parameters ダイアログ・ボックスは、ThermoStream のパラメータの設定を行います。パラメータの詳細については、InTest 社の ThermoStream 関連マニュアルを参照してください。

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー Configuration > Define ThermoStream Parameters... から開かれます。

DUT sensor DUT 温度計として使用される熱電対のタイプを選択します。

- OFF（使用しない）
- K
- T

DUT self tuning control DUT 温度制御オーバーシュートと速度に関する自律制御機能のオン（ON）／オフ（OFF）を行います。

DUT thermal constant DUT 温度制御における熱定数を指定します。

Air to DUT max 噴出エアーと DUT の許容最大温度差を指定します。

Air temperature max 噴出エアーの最高設定温度を指定します。

Air temperature min 噴出エアーの最低設定温度を指定します。

Apply ボタン 現在の設定を適用します。

OK ボタン 現在の設定を適用し、ダイアログ・ボックスを閉じます。

Cancel ボタン 現在の設定を適用しないで、ダイアログ・ボックスを閉じます。

アバウト・ボックス

アバウト・ボックスはモデル番号、ソフトウェアのレビジョン情報、ソフトウェア更新用のダウンロード URL 等を表示します。

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー Help > About... から開かれます。

ファイルの一覧

以下の表は、本ソフトウェア上で扱われるファイルの一覧を示します。

Table 4-22　ファイル一覧

ファイル・タイプ	説明	拡張子	既定保存フォルダ
セットアップ・ファイル	セットアップ・データが含まれます。 File メニューを用いて、任意のタイミングで保存できます。	*.pda-th	（任意）

共通 GUI コンポーネント

このセクションでは、Keysight Easy Test Navigator ソフトウェア内で共通で使用される以下の GUI コンポーネントについて説明します。

- Module Configuration ダイアログ・ボックス

Module Configuration ダイアログ・ボックス

Module Configuration ダイアログ・ボックスでは、以下の操作を行うことができます。

- ファームウェアのリビジョン確認
- 電源周波数の設定
- ハードウェア・モジュールの状態確認
- ハードウェア・モジュールのリセット処理
- セルフ・テスト実行
- セルフ・キャリブレーション実行
- 自己診断実行

このダイアログ・ボックスは、メイン・メニュー Configuration > Module... から開かれます。

Firmware Revision

ファームウェアのリビジョンを表示します。

Line Frequency

電源周波数を設定します。以下の選択肢があります。

- 50 Hz
- 60 Hz

Module Name と Status

モジュールのモデル番号とセルフ・テスト、セルフ・キャリブレーション、自己診断の結果を表示します。

- B1506A-H51/H71

  B1506A-H51、B1506A-H71 のモジュール識別子／モデル番号とステータス表示内容を Table 4-23 に記します。

- B1506A-H21

B1506A-H21 のモジュール識別子／モデル番号とステータス表示内容を Table 4-24 に記します。

操作ボタン

Module Configuration ダイアログ・ボックスには、以下の操作ボタンがあります。

Reset 全モジュールの初期化と再認識を開始します。

Self Test 全モジュールのセルフ・テストを開始します。

Self Calibration 全モジュールのセルフ・キャリブレーションを開始します。

Diagnosis 全出力セレクタの自己診断を開始します。

Diagnosis ボタンをクリックすると、測定端子の接続を指示するダイアログ・ボックスが表示されます。指示に従って正しい接続を行ってください。

Abort 実行中の動作を中断します。

Close Module Configuration ダイアログ・ボックスを閉じます。

Error Log

Abort ボタンと Close ボタンの間に位置する表示エリア。操作ボタンに対応する動作の実行中にエラーが生じた場合、エラー・メッセージを表示します。ボタン操作を行うと、以前のエラー表示はクリアされます。

Table 4-23 **B1506A-H51/H71 の構成とステータス**

モジュール識別子：モデル番号	ステータス
GNDU : B1500-66505 MPSMU (SMU1) : B1511B MFCMU : B1520A MCSMU (SMU2) : B1514A MCSMU (SMU3) : B1514A MCSMU (SMU4) : B1514A MCSMU (SMU5) : B1514A HVSMU (SMU6) : B1513C UHCU	• Pass 正常状態 • Testing セルフ・テスト実行中 • Calibrating セルフ・キャリブレーション実行中 • Fail セルフ・テスト フェイル状態、またはセルフ・キャリブレーション フェイル状態 • Unavailable 非認識状態
I/V Selector Device Capacitance Selector	• Pass 正常状態 • Diagnosing 自己診断実行中 • Fail 自己診断フェイル状態 • Unavailable [a] 非認識状態

a. 電源投入前にも発生します。

Table 4-24 **B1506A-H21 の構成とステータス**

モジュール識別子：モデル番号	ステータス
GNDU : B1500-66505	• Pass 正常状態 • Testing セルフ・テスト実行中 • Calibrating セルフ・キャリブレーション実行中 • Fail セルフ・テスト フェイル状態、またはセルフ・キャリブレーション フェイル状態 • Unavailable 非認識状態
MPSMU (SMU1) : B1511B	
MFCMU : B1520A	
MCSMU (SMU2) : B1514A	
MCSMU (SMU3) : B1514A	
HCSMU (SMU4) : B1512A	
HVSMU (SMU5) : B1513C	
I/V Selector	• Pass 正常状態 • Diagnosing 自己診断実行中 • Fail 自己診断フェイル状態 • Unavailable [a] 非認識状態
Device Capacitance Selector	

a. 電源投入前にも発生します。

予告なく記載内容が変更されることがあります。
© Keysight Technologies 2014
第 2 版、2014 年 12 月

B1506-97000
www.keysight.com

KEYSIGHT
TECHNOLOGIES